COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PARIS. — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS, QUAI DES AUGUSTINS, 55.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

En date du 13 Juillet 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME SOIXANTE-DIX-SEPTIÈME.

JUILLET — DÉCEMBRE 1873.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,

Quai des Augustins, 55.

1873

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 7 JUILLET 1873.

PRÉSIDENCE DE M. DE QUATREFAGES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIOLOGIE NORMALE ET PATHOLOGIQUE. — *Nouvelles recherches cliniques sur la localisation, dans les lobes cérébraux antérieurs, de l'action par laquelle le cerveau concourt à la faculté psycho-physiologique de la parole;* par M. **Bouillaud** (1).

I. *Récit abrégé de quelques nouveaux cas de lésions de la faculté de parler, provenant d'une lésion du cerveau* (2).

« A l'observation de perte complète de la parole que j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie, qu'il me soit permis d'en ajouter ici quelques autres, au moyen desquelles on pourra se faire une idée des autres formes principales des lésions que cette faculté, si compliquée, peut offrir.

» Parmi ces nouvelles observations, les unes seront relatives aux lésions

---

(1) Cette Communication, commencée par M. Bouillaud dans la séance du 30 juin, n'avait pas été achevée, l'Académie ayant dû se former en comité secret.

(2) Je déclare ici, une fois pour toutes, que, dans tous les cas de l'espèce dont il sera question ici, toutes les conditions nécessaires à la parole, autres que celles dont nous nous occupons, sont supposées à l'état normal, c'est-à-dire bien conservées.

isolées de la parole, les autres appartiendront à ces mêmes lésions, accompagnées de lésions d'une ou de plusieurs autres facultés spéciales de l'intelligence.

» Je commencerai par un cas dans lequel l'ouverture du corps fournit un exemple remarquable de l'une des lésions des lobes antérieurs du cerveau, capables de produire les lésions de la parole dont nous nous occupons.

» *Première observation.* — Un menuisier, âgé de trente et un ans, entre dans notre service clinique, le 16 juin 1840, un mois après avoir fait une chute du haut d'une échelle.

» La parole est embarrassée, bien que les mouvements de la langue et des lèvres soient parfaitement libres. Il ne peut donner aucun détail sur sa chute, dont il n'a cependant pas perdu le souvenir. A peine a-t-il dit quelques mots, qu'il s'arrête. Il conserve la liberté des mouvements de ses membres.

» 18 juin. Le malade bégaye et bredouille, mais prononce quelques mots intelligibles.

» 27-28 juin. Il tire facilement la langue, la porte, à volonté, dans tous les sens; néanmoins, il ne peut répondre, et encore avec peine, que par les mots *oui* et *non*.

» 1er juillet. Lorsque le malade veut répondre à quelques questions, on le voit agiter les lèvres, marmotter *quelques sons, sans articuler distinctement aucune syllabe.* — Il succombe quelques jours après à une méningite généralisée, *sans avoir recouvré un seul instant la parole.*

» A l'ouverture du corps on rencontra la lésion suivante des *lobules antérieurs* du cerveau. On ne put les séparer de la pie-mère, à laquelle ils adhéraient, sans déchirer la substance grise, qui était ramollie surtout à la partie la plus antérieure de la face inférieure du lobule droit. Les deux lobules, dégagés de la pie-mère, offraient, principalement à la *région inférieure*, un aspect chagriné, provenant, en partie du moins, de la déchirure indiquée, et l'on comptait 25 à 30 érosions plus ou moins profondes (quelques-unes de 2 à 5 et 6 lignes de profondeur). Elles étaient, ainsi que les foyers de ramollissement, plus nombreuses à droite qu'à gauche, et c'était particulièrement à la partie la plus antérieure et au plancher du lobule antérieur droit que la substance cérébrale était ramollie en pulpe; de ce côté, les érosions et le ramollissement s'étendaient jusqu'à la scissure de Sylvius, mais la partie antérieure était d'une mollesse plus que diffluente.....

» *Deuxième observation.* — Presque à la même place où est couché ce malade, nous avons eu sous nos yeux, pendant deux années au moins, un malade du nom de Bâscle qui lui ressemblait beaucoup sous le rapport de la perte de la parole, mais qui n'avait pas été, comme lui, frappé d'hémiplégie. Il était, lui aussi, fort intelligent, *parlait* en quelque sorte du *geste* ou *mimiquement*, et ne pouvait prononcer qu'un juron en quatre mots (*S. n. d. D.*), qui lui échappait comme automatiquement, et comme l'expression énergique de la contrariété, de l'impatience qu'il éprouvait de ne pouvoir répondre aux plus pressantes questions qu'on lui adressait et qu'il comprenait à merveille.

» *Troisième observation.* — J'ai vu, il y a déjà bien des années, la femme d'un juge de paix de l'un des cantons de mon département natal, très-intelligente, très-respectable, très-pieuse, qui ne pouvait prononcer que ces mots: *mon Dieu! mon Dieu!*

» *Quatrième observation*. — « Un notaire, » raconte Pinel (*Traité de l'aliénation mentale*), « avait oublié son propre nom, ceux de sa femme, de ses enfants, de ses amis, quoique d'ailleurs sa langue jouît de toute sa mobilité. Il ne savait plus *ni lire, ni écrire*, et cependant il paraissait se *ressouvenir* des objets qui avaient fait autrefois impression sur ses sens et qui étaient relatifs à sa profession. On l'a vu désigner avec les doigts des dossiers qui renfermaient des actes qu'on ne pouvait retrouver, et indiquer par d'autres signes qu'il conservait l'ancienne chaîne de ses idées. »

» *Cinquième observation*. — Un soldat, dont parle Gall, et qui lui avait été envoyé par M. le baron Larrey, ressemblait beaucoup au notaire dont il vient d'être question. « Il est, dit M. Gall, dans l'impossibilité d'exprimer par le langage parlé ses sentiments et ses idées ; sa figure ne porte aucune trace d'un dérangement de l'intellect. Son esprit trouve la réponse aux questions qu'on lui adresse ; il fait tout ce qu'on le prie de faire. Je lui montrai un fauteuil et je lui demandai s'il savait ce que c'était ; il me répondit en s'asseyant dans le fauteuil. Il est incapable d'articuler sur le champ un mot qu'on prononce pour le lui faire repéter ; mais quelques instants après ce mot lui échappe *involontairement*. Dans son embarras, il montre du doigt la partie inférieure de son front ; il témoigne de l'impatience et indique par des gestes que c'est de là que vient son impuissance de parler. Ce n'est point sa langue qui est embarrassée, car il la fait mouvoir avec une grande agilité, et il prononce très-bien un grand nombre de mots isolés. Ce n'est pas non plus sa mémoire qui est en défaut, car il me témoigne très-vivement qu'il est fâché de ne pouvoir pas s'exprimer sur beaucoup de choses qu'il eût voulu me raconter. *Il n'y a d'aboli chez lui que la faculté de parler*. Ce soldat, tout comme le malade de M. Pinel, n'est plus capable ni de lire ni d'écrire (1). »

» *Sixième observation*. — M. P..., âgé de cinquante ans, gendre d'un très-honorable et distingué médecin de Châtellerault (M. L...), convalescent d'un rhumatisme articulaire aigu, se couche gaiement le 2 avril 1865. Il s'éveille à 10 heures et s'aperçoit, en voulant parler à sa femme, que les mots lui faisaient défaut pour exprimer ses idées, qui d'ailleurs étaient parfaitement lucides. Il prenait les mots qu'il parvenait à prononcer les uns pour les autres, se frappait le front en signe d'impatience de ne pouvoir se faire comprendre.

» 10 avril. M. P... veut donner des ordres à ses domestiques, mais il ne peut s'en faire comprendre, parce qu'il lui manque certains mots et que, parmi ceux qui lui restent, il en est qui sont prononcés pour d'autres et ne s'appliquent pas, par conséquent, aux choses qu'il veut indiquer.

» 30 mai. Si le malade prend le temps de chercher ses mots, il parvient, avec une pénible lenteur, à se rendre intelligible. Il reconnaît bien ce progrès, et, en y songeant, la joie se peint sur son visage et dans son regard.

» 5 et 12 juin. On obtient les renseignements suivants touchant l'écriture, la lecture, le calcul, la musique, chez le malade :

» 1° Les lettres sont bien tracées, mais elles ne viennent que confusément, sans ordre convenable, ne forment point de mots, et ne peuvent exprimer une pensée quelconque. Il n'a

---

(1) Ainsi, chez ce soldat qui n'est plus capable ni de *lire* ni *d'écrire*, il n'y a, selon Gall, d'*aboli que la parole !* C'est comme s'il eût dit que chez ce même soldat, *incapable de parler*, il n'y *avait d'aboli que la faculté de lire et d'écrire*.

pu écrire que son nom. Tous ses efforts pour en écrire d'autres n'ont eu pour résultat que des lettres bien formées, mais sans suite, sans ordre, sans arrangement qui pussent constituer des mots.

» 2° Le malade lit *mentalement* des phrases entières qu'il conçoit bien, dont il se rend compte, mais qu'il ne peut rendre par la parole. Toutefois, avec un grand effort d'attention et de volonté, il a pu, lentement, lire haut et correctement deux à trois lignes seulement.

» 3° M. P..., qui, avant sa maladie, avait une grande aptitude pour le calcul, a fait assez lestement une addition correcte de deux lignes de chiffres. Cependant il reste beaucoup à désirer sous ce nouveau rapport.

» 4° Mme P... ayant prié son mari, qui, dans l'état de santé, faisait sa principale occupation de la musique, d'essayer de composer et de noter quelque air, il prit un papier rayé et se mit à composer et à écrire, sans la moindre hésitation, quelques lignes que sa femme exécuta sur le piano, toute stupéfaite de l'exactitude de la composition, exempte de toute faute ou erreur musicale. Il se prit ensuite à moduler de sa voix (non *articulée*) l'air écrit, et accompagna, avec correction et harmonie, les sons du piano, ne laissant échapper, sans les relever, les moindres fautes ou négligences dans la modulation des sons.

» 5° La perte de la parole (aphasie) persiste. Le malade ne peut prononcer ce qu'il lit, et il parvient à montrer plus ou moins clairement qu'il comprend ce qu'il lit. Il ne peut écrire de lui-même, mais parvient à copier quelques mots.

» Passons à une seconde série d'observations. Chez certains individus, affectés de lésion partielle de la faculté de parler, cette lésion peut ne porter que sur certains noms, comme ceux des personnes, des choses, des lieux, des faits, des événements. Quelquefois aussi elle n'est relative qu'à certains genres de mots, tels que les verbes, les substantifs, etc. Citons-en quelques exemples :

» *Septième observation.* — Le célèbre Cuvier avait connu un homme qui avait perdu seulement la mémoire des noms substantifs, en sorte qu'il construisait régulièrement et complétement une phrase, à cela près des mots de cette espèce.

» *Huitième observation.* — Moi-même, il y a quelques années, j'ai vu plus d'une fois, à Saint-Cloud, avec M. le Dr Tahère, un monsieur qui ne prononçait jamais aucun verbe. Il prononçait d'ailleurs avec une sorte de volubilité, et écrivait des phrases, même des discours, mais à peu près incompréhensibles, en raison de cette absence constante des verbes.

» *Neuvième observation.* — M. le baron Larrey conduisit chez M. Gall un de ses malades qui, à la suite d'un coup de fleuret, dont la pointe pénétra dans la région frontale du cerveau, à gauche, avait perdu complétement la mémoire des noms propres, entre autres celui de M. le baron Larrey qu'il désignait par celui de *Monsieur Chose.* Il avait conservé la mémoire des images, des personnes, etc.

» Relativement aux personnes *aphasiques*, chez lesquelles la faculté d'écrire n'est pas abolie, M. Baillarger m'a raconté un cas qui mérite de trouver place ici. La personne *aphasique* qui en est le sujet était privée aussi de la faculté d'écrire d'elle-même un mot donné, celui de chapeau, par exemple, mais elle pouvait aussitôt le copier, si on lui mettait sous les yeux ce mot écrit par une autre personne.

II. — *Résumé des doctrines de M. Flourens sur les localisations cérébrales.*

» I. Dans les mois de mars et avril 1822, M. Flourens lut à l'Académie un Mémoire ayant pour titre : *Détermination des propriétés du système nerveux et du rôle que jouent les diverses parties de ce système dans les mouvements dits* volontaires *ou de locomotion et de préhension.*

« Il y a, dans le système nerveux, trois propriétés essentiellement distinctes, dit M. Flourens : l'une de vouloir et de percevoir : c'est la sensibilité; l'autre d'exciter immédiatement la contraction musculaire : c'est l'excitabilité; la troisième de coordonner les mouvements : je l'appelle *coordination.*

» Dans les mouvements dits *volontaires* ou de locomotion et de préhension, le cervelet coordonne ces mouvements en mouvements réglés, marche, course, vol, station, préhension, etc.; les lobes cérébraux veulent et pensent.

» Les animaux privés de lobes cérébraux ont réellement perdu toutes leurs sensations, tous leurs instincts, toutes leurs facultés intellectuelles; toutes ces facultés, tous ces instincts, toutes ces sensations résident donc exclusivement dans ces lobes.

» Dès qu'une sensation est perdue, toutes le sont; dès qu'une faculté disparaît, toutes disparaissent, et conséquemment toutes ces facultés, toutes ces sensations, tous ces instincts ne constituent qu'une faculté essentiellement une et résidant essentiellement dans un seul organe (1).

» II. Tout le monde connaît le beau Rapport de M. Cuvier, alors Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, sur les expériences de M. Flourens. Voici ce que j'y remarque, en ce qui concerne les fonctions du cervelet et du cerveau.

» Ce que les expériences de M. Flourens paraissaient à M. Cuvier avoir de plus curieux et de plus nouveau, c'est ce qui concerne les fonctions du cervelet. Après avoir exposé les phénomènes produits par ces expériences, il dit ne pas se souvenir qu'aucun physiologiste ait fait connaître rien qui ressemblât à ces *singuliers* phénomènes. Certainement, ajoute-t-il, personne ne s'était encore douté que le cervelet fût en quelque sorte le *balancier*, le régulateur des mouvements de translation de l'animal. Selon lui, cette découverte, si des expériences répétées, avec toutes les précautions convenables, en établissaient la généralité, ne pourrait que faire le plus grand honneur au jeune observateur dont il analysait le travail.

» Lorsque les lobes cérébraux sont enlevés, dit encore M. Cuvier, la volonté ne se manifeste plus par des actes spontanés. Cependant, quand

(1) Dans un Mémoire que l'auteur de cette Communication a lu devant l'Institut en 1827, il a rapporté de nombreuses et exactes expériences contradictoires à celles de M. Flourens, sous le rapport dont il s'agit ici.

on excite immédiatement l'animal, il exécute des mouvements de translation *réguliers*, comme s'il cherchait *instinctivement* à fuir la douleur et le malaise; mais ces mouvements ne le conduisent point à ce but, très-probablement parce que la mémoire, qui a disparu avec les lobes qui en étaient le siége, ne fournit plus de base ni d'éléments à ses jugements. Ces mouvements n'ont point de suite par la même raison, parce que l'impression qui les a causés ne laisse ni souvenir, ni volonté durable.

» III. A l'époque même (1822) où le système de localisation cérébrale proposé par M. Flourens devenait ainsi le sujet du mémorable Rapport de M. Cuvier, M. Gall publiait, dans un format in-8°, une nouvelle édition de son grand ouvrage in-folio, sur l'*Anatomie et la Physiologie du cerveau.*

» Selon M. Gall, ce que les expériences de M. Flourens paraissent offrir de plus hasardé, c'est précisément ce qui concerne les fonctions du cervelet. Je n'ai pas besoin de rappeler ici quelles étaient, dans la doctrine de Gall, les fonctions de cet organe, et que cette localisation particulière était une de celles auxquelles il tenait le plus, sa localisation *favorite*, si je puis ainsi dire. Mais on me permettra bien d'ajouter que, peu d'années après la publication de l'ouvrage de M. Flourens, je publiais, à mon tour, des expériences, et de plus des observations cliniques, qui portaient aussi à cette localisation favorite de Gall une atteinte des plus graves.

III. — *Premières recherches de l'auteur sur la localisation, dans les lobes antérieurs du cerveau, du principe coordinateur ou régulateur des mouvements nécessaires à la parole.*

» C'est en 1822, étant interne à l'hôpital Cochin, que je recueillis les premières observations d'après lesquelles je conçus l'idée de la *localisation* cérébrale dont il s'agit en ce moment. Je m'empressai de rechercher dans les ouvrages de MM. Rostan et Lallemand, où se trouvaient un grand nombre d'observations de maladies du cerveau, des arguments favorables ou contraires à l'idée nouvelle. J'avouerai que j'éprouvai une vive satisfaction en constatant, de la manière la plus formelle, qu'elles témoignaient en faveur de la *localisation* proposée.

» Comme celles que je possédais de mon côté, les observations de MM. Lallemand et Rostan se partageaient en deux catégories : dans l'une, se plaçaient celles où les lésions de la parole provenaient, en effet, de ce que les mouvements nécessaires à l'articulation des sons vocaux ou à la prononciation des mots étaient plus ou moins lésés eux-mêmes. L'autre catégorie renfermait les observations dans lesquelles les mots faisaient plus ou moins défaut, ou se trouvaient tellement dérangés de leur ordre normal, tellement *incoordonnés*, qu'il était impossible de les comprendre.

» C'est à cette dernière catégorie de cas que se rapportait la doctrine de Gall, et voilà comment je l'avais associée à celle qui m'était propre. Remarquons, disais-je, qu'il est de toute nécessité de distinguer, dans l'acte de la parole, d'une part, ce qui concerne les mots, et de l'autre, ce qui regarde leur articulation ou leur prononciation. Il y a, pour ainsi dire, une parole *intérieure* et une parole *extérieure*, et celle-ci n'est que l'expression de la première (la seule dont M. Gall s'était occupé).

» Comme on le voit, par le titre même de cet Article, notre problème consistait particulièrement à rechercher le rapport qui pouvait exister entre la lésion des mouvements nécessaires à la prononciation des mots et celle des lobes antérieurs du cerveau. Ce même titre annonce que, contrairement à M. Flourens, je faisais participer le cerveau à cette faculté de coordination des mouvements volontaires, dont, selon cet auteur, le cervelet était l'unique possesseur. Et non-seulement sous le rapport des mouvements *coordonnés* de la parole, mais encore sous celui d'un grand nombre d'autres mouvements *coordonnés*, soumis à l'empire de l'intelligence et de la volonté, c'était, selon moi, le cerveau et non le cervelet qu'il fallait considérer comme l'agent régulateur ou *coordinateur* de ces mouvements, sans contester, d'ailleurs, au cervelet le pouvoir de coordonner ceux relatifs à la marche, à la station et à tout ce qui concerne ces fonctions.

» Mais, après avoir ainsi posé le *principe* de la multiplicité ou de la pluralité des centres nerveux coordinateurs, je ne m'occupai, d'une manière spéciale, que de la démonstration de la localisation relative aux mouvements nécessaires à la parole.

IV. — *État de la question, depuis* 1825 *jusqu'à l'époque actuelle* (1873), *et conclusions.*

» I. La doctrine ci-dessus exposée rencontra, comme on le pense bien, des contradicteurs, soit dans les sociétés savantes, soit dans les livres, soit dans les journaux. Je réfutai, selon mes moyens, leurs diverses objections. Les faits nouveaux que, pour ma part, j'ai recueillis pendant ce long espace de temps, sont extrêmement nombreux, et je déclare, avec toute la sincérité dont je suis capable, que leur témoignage a dû me confirmer dans la doctrine primitivement établie.

» En 1838, 1848 et 1865, cette doctrine fut discutée à l'Académie de Médecine; aucun des faits qui lui furent opposés ne me parut pouvoir résister à une discussion approfondie. Dans le cours de la discussion dernière (1865), deux observateurs, d'une grande autorité, tous deux médecins aliénistes éminents, MM. Baillarger et Parchappe, se montrèrent favorables

à la doctrine de la localisation de la parole, dans les termes fondamentaux où nous venons de la formuler ici.

» Cette doctrine fit une conquête non moins précieuse, dans la personne de M. le professeur Broca, qu'elle compta d'abord parmi ses incrédules, pour me servir de sa propre expression. Il importe de raconter ici les principales circonstances de cette heureuse conversion.

» Une Communication de M. Gratiolet, à la Société anthropologique, y devint l'occasion d'un grave débat sur les localisations cérébrales. Dans cette discussion, M. le Dr Auburtin, qui s'honore d'être l'ami de M. Broca, se constitua le défenseur de la localisation spéciale qui concerne la parole.

» Peu de jours après avoir entendu l'argumentation de M. le Dr Auburtin, M. Broca, par une sorte de hasard providentiel, trouva dans son service de Bicêtre, dont il était alors chirurgien, un moribond qui, depuis vingt et un ans, avait perdu la faculté du langage articulé. Il recueillit, avec le plus grand soin, l'observation de ce malade, qui, dit-il, lui semblait venir tout exprès pour servir de pierre de touche à la théorie soutenue par son collègue à la Société anthropologique, M. Auburtin. Bien que la discussion devant cette Société eût, dit-il, laissé planer quelque doute dans son esprit, sur « la doctrine de M. Bouillaud, il voulut, dans l'attente » d'une autopsie prochaine, raisonner comme si cette doctrine était vraie. » M. Auburtin ayant déclaré qu'il y renoncerait, si on lui montrait un seul cas d'aphémie (mot proposé par M. Broca comme synonyme de celui de la perte de la parole), il l'invita à venir voir son malade, pour savoir, avant tout, quel serait son diagnostic, et si cette observation était une de celles dont il accepterait le résultat comme concluant. M. Auburtin affirma, sans hésitation, que la lésion devait exister dans les lobes antérieurs.

» Or, le malade étant mort le 17 avril, l'autopsie qu'en fit M. Broca lui-même, avec un soin digne de servir de modèle, confirma pleinement le diagnostic de M. Auburtin; aussi M. Broca déclara-t-il que « son observation venait confirmer l'opinion de M. Bouillaud. »

» Quelques mois après cette première observation, par une bonne fortune qu'il avait bien méritée, M. Broca en recueillit une nouvelle, qu'il publia sous ce titre : *Nouvelle observation d'aphémie produite par une lésion de la troisième circonvolution frontale*.

» Il ne cachera pas, dit-il, qu'il a éprouvé un étonnement voisin de la stupéfaction, lorsqu'il a trouvé que, sur son second malade aphémique, la lésion occupait rigoureusement le même siége que chez le premier, et précisément du même côté gauche. Mais, ajoute-t-il, il ne peut oublier que, dans plusieurs observations antérieures aux siennes, on a vu l'*aphémie* succéder

à des lésions qui occupaient principalement, sinon exclusivement, la moitié antérieure des lobes frontaux. Ces faits, selon lui, sont compatibles avec l'hypothèse, qu'il adopte, des localisations par circonvolution.

» Je termine cet article en ajoutant que, à l'époque de la dernière discussion à l'Académie de Médecine (1865), j'avais rassemblé un nombre d'observations, dans lesquelles l'ouverture des corps avait confirmé la doctrine à laquelle M. le professeur Broca s'est rallié, qui s'élevait à plus de cent.

» II. Arrivons enfin à nos conclusions, et donnons-en les raisons.

» 1° Dans les lésions de la parole, causées ou produites par une affection cérébrale, c'est dans les lobes antérieurs ou frontaux du cerveau que cette affection a son siége.

» Or, dans une catégorie de ces cas, les lésions de la parole dépendent de ce que les mouvements coordonnés ou *coassociés*, nécessaires au langage dit articulé, c'est-à-dire à la *prononciation des mots*, ne peuvent plus s'exécuter. Donc il existe dans ces lobes antérieurs un centre *coordinateur* ou *législateur* de cette espèce des *mouvements volontaires*, dits *coordonnés, coassociés*, *congénères*.

» Or aussi, dans une autre catégorie des cas dont il s'agit, les lésions de la parole dépendent d'une lésion portant sur les *mots* eux-mêmes, et non sur l'acte de leur *prononciation;* donc il existe, dans les lobes indiqués, un autre centre, sans la coopération duquel la parole ne pourrait s'exercer.

» 2° Sous l'un des deux rapports indiqués ou sous tous les deux réunis, la faculté de la parole peut être lésée ou perdue, les autres facultés intellectuelles *spéciales* étant conservées ou intactes, et réciproquement. »

PHYSIOLOGIE. — *Deux remarques relatives à la Communication de M. le Dr* Bouillaud; par M. E. Chevreul.

« Le temps ne m'ayant pas permis de prendre la parole dans la dernière séance, après la Communication du Dr Bouillaud, je ferai aujourd'hui, d'une manière aussi concise que possible, deux remarques que cette Communication m'a suggérées.

» *Première remarque.* — Elle est relative à la *perte de la mémoire des noms substantifs*, mais non à la perte qui serait causée par un accident. Je ne discute donc pas s'il existe ou n'existe pas dans le cerveau des parties distinctes, correspondant à des mémoires spéciales, telle que celle des *noms substantifs*, comme Gall l'a prétendu; je ne m'occupe que d'un *fait de conversation ordinaire*. Beaucoup de personnes, surtout en avançant en âge, dit-on, perdent la mémoire des *noms des substantifs propres* sans perdre celle des attributs relatifs à ces substantifs, de sorte que si le *substantif propre* est

une personne, le nom s'est effacé lorsque la pensée peut exprimer les qualités, les défauts de la personne, peindre ses attributs physiques, ses *tics*, son costume habituel même. Eh bien ! un autre fait, c'est que je n'ai jamais entendu faire la remarque qu'une personne avait oublié les attributs du substantif dont elle se rappelait le *nom*.

» Pour moi qui, frappé de la faiblesse de l'esprit humain dans l'individu, n'ai jamais eu la pensée de faire des *nomenclatures*, des *classifications* RATIONNELLES, comme on dit aujourd'hui, ni des *synthèses* qui, selon des critiques de nos jours, relèvent si haut le mérite de leurs auteurs, j'ai dirigé tous mes efforts à rechercher la cause des erreurs si fréquentes chez l'individu-homme, et permettez-moi d'ajouter, et dont des associations où l'action devient collective ne sont pas toujours exemptes. Je me suis, en définitive, proposé de rechercher les causes de l'erreur dans le raisonnement, pour les éviter, et avec l'espérance de les faire éviter aux autres.

» Une étude, qui m'a longtemps occupé, a été de savoir en quoi consiste essentiellement la connaissance réelle que nous avons des *substantifs propres*. La conclusion à laquelle je suis arrivé est que cette connaissance réside dans les *attributs* appartenant au *substantif*, de sorte qu'en réalité le *nom* de ce substantif exprime l'ensemble des attributs que nous lui reconnaissons. Or chacun de ces attributs a fixé notre attention, et c'est ainsi que nous l'avons connu; et ici notre intérêt personnel, tout aussi bien que l'amour de savoir, peuvent expliquer que, en beaucoup de cas, la pensée s'est livrée à une véritable étude. On voit encore comment l'étude d'un ensemble d'attributs dans un même substantif propre ainsi faite est favorable à l'application du *principe de l'association des idées*, eu égard à la mémoire, quand il s'agit de conserver le souvenir du substantif propre ainsi envisagé. Je le demande, si la mémoire s'affaiblit, quelle qu'en soit la cause, n'est-il pas conséquent à ma manière de voir que les attributs dont chacun a fixé notre attention d'autant plus que nous le connaissons mieux restent gravés dans la mémoire, tandis que le *nom proprement dit*, qui n'a point été l'objet de la même attention, de la même étude, s'en efface; aussi plus d'un maître de *mnémotechnie* a-t-il eu recours, à ma connaissance, aux prescriptions les plus étranges pour faire retenir les noms propres. En définitive, les *attributs* comprenant les qualités, les défauts, des propriétés, des rapports quelconques d'un substantif propre, sont donc à notre égard dans la pensée les éléments de ce substantif même (1).

---

(1) Voici, en quelques phrases, des propositions que je développe dans deux ouvrages inédits.

1° Chaque science naturelle pure, Chimie et Physique, Géologie, Botanique, Zoologie,

» Je renvoie à des écrits prochains l'application générale du principe de l'association des idées à la pédagogie, parce que, à mon sens, elle a été trop négligée dans les écoles ; j'y renvoie également beaucoup de propositions qui se rattachent à un tel affaiblissement de nos facultés, qu'elles perdent l'harmonie à laquelle elles sont subordonnées à l'état normal.

» *Seconde remarque.* — Elle est relative à ce qu'a dit M. le Dr Bouillaud de l'opinion de Flourens concernant la *faculté du cervelet* de *coordonner les mouvements.*

Anatomie et Physiologie, auxquelles j'ajoute une partie de la Psychologie, a pour objet l'étude des substantifs propres de la nature.

Tous les *substantifs propres*, physiques et métaphysiques, ne nous sont connus que par leurs attributs.

Ces *attributs*, pour l'espèce chimique, sont les propriétés physiques, les propriétés chimiques et les propriétés organoleptiques. L'*individu* les représente, mais cet individu nous échappant à cause de sa ténuité, nous ne connaissons en réalité que des agrégats d'individus que nous considérons comme identiques.

Les *attributs* sont pour l'espèce organisée vivante toutes les qualités, toutes les propriétés, toutes les relations, toutes les facultés que nous reconnaissons à l'ensemble des individus qui représentent l'espèce, parce que nous leur attribuons une origine commune, ce qui revient à les considérer comme issus d'un même père et d'une même mère, si l'espèce est bisexuelle. L'*espèce vivante* diffère donc de l'*espèce chimique* en ce qu'elle n'est jamais représentée par un seul individu, mais toujours par un ensemble; de sorte qu'il est vrai de dire que l'*espèce chimique* représentée par un individu est un *substantif propre*, tandis qu'une *espèce vivante* est toujours un *substantif appellatif.*

En définitive, toutes les espèces chimiques et toutes les espèces organisées aboutissant à des individus concrets, et tous ces individus pouvant être soumis à l'expérience, c'est donc incontestablement à la science consacrée à leur étude que la *méthode* A POSTERIORI *expérimentale* est applicable dans toute la rigueur des termes, puisque cette méthode tire son caractère du contrôle fondé sur l'expérience.

2° Si les compositions littéraires échappent au contrôle expérimental, l'esprit de la *méthode* A POSTERIORI *expérimentale* n'est point étranger à un examen critique de ces compositions, lorsqu'il s'agit de prononcer sur les connaissances positives de leurs auteurs.

Le but que se proposent les *sciences morales et politiques* étant de connaître les sociétés humaines, ce n'est pas de l'*individu humain,* du substantif propre dont elles s'occupent, mais bien des actes collectifs des diverses sociétés humaines, des différentes catégories d'individus dont chacune de ces sociétés se compose; en un mot la connaissance du *substantif appellatif-homme* est leur but. L'expérience proprement dite leur est interdite sans doute, mais l'*esprit de la méthode* A POSTERIORI leur est applicable, et, en outre, l'homme qui se livre à l'étude des sciences morales et politiques ne peut avoir aucune connaissance solide et générale s'il n'a pas étudié l'homme-individu, comme les sciences naturelles peuvent le connaître au point de vue expérimental.

» Flourens n'est pas le premier qui ait considéré le cerveau comme l'organe des facultés intellectuelles proprement dites, et le cervelet comme un organe dont l'influence concerne les mouvements; car Willis, entre autres, en attribuant aux lobes cérébraux le siége des facultés intellectuelles, considérait le cervelet comme l'organe producteur des esprits qui servent aux mouvements naturels et involontaires.

» Mais il y a aujourd'hui quarante-deux ans et cinq mois que, en rendant compte des tomes VIII et IX des volumes de l'Académie des Sciences, je m'exprimais en ces termes (1) dans l'examen auquel je me livrais de deux Mémoires de Flourens intitulés : *Expériences sur les canaux semi-circulaires de l'oreille, dans les oiseaux et les mammifères.*

« Les canaux semi-circulaires, au nombre de trois, deux verticaux et un
» horizontal, forment avec le vestibule et le limaçon, le labyrinthe ou
» l'oreille interne. Les canaux semi-circulaires sont très-petits, et cependant
» les expériences de Flourens démontrent qu'ils ont une influence très-re-
» marquable dans l'économie animale. En effet, si vous coupez sur un pi-
» geon le canal horizontal de l'oreille droite et de l'oreille gauche, sur-
» le-champ l'animal est en proie à de violents mouvements de tête dans
» le sens horizontal de droite à gauche et de gauche à droite; s'il veut
» marcher, il perd en partie son équilibre; s'il veut courir ou voler, il le
» perd tout à fait; enfin, au repos, il se tient sur ses pieds et sa tête reste
» immobile; d'ailleurs il voit, il entend, il a tous ses instincts, il boit, il
» mange, très-souvent il tourne sur lui-même, tantôt d'un côté, tantôt
» de l'autre.

» L'ablation des canaux verticaux inférieurs donne lieu à des phéno-
» mènes analogues, sauf ces différences notables, que les mouvements de la
» tête, au lieu d'être horizontaux de droite à gauche, sont verticaux de bas
» en haut et de haut en bas, et que l'animal ne tourne point sur lui-même,
» mais qu'il se renverse souvent, malgré lui, sur le dos.

» L'ablation des canaux verticaux supérieurs est suivie de mouvements
» violents de la tête de haut en bas et de bas en haut, mais l'animal, au
» lieu de se renverser sur le dos, comme celui auquel on a coupé les canaux
» verticaux inférieurs, tombe sur la tête et fait la culbute en avant. »

» Je reproduis maintenant textuellement les lignes suivantes du Mémoire de Flourens:

« ...Il ne l'est pas moins, enfin, de voir chacune de ces parties (les di-

(1) *Journal des Savants*, page 8; 1831.

» vers canaux semi-circulaires) *déterminer* un ordre ou une direction de
» mouvements si parfaitement conformes à sa propre direction. Ainsi les
» canaux horizontaux *déterminent* un mouvement horizontal, les canaux
» verticaux un mouvement vertical; de plus, l'un des deux canaux verti-
» caux, l'inférieur, est dirigé d'avant en arrière; il *détermine* un mouvement
» d'avant en arrière, etc. »

» Voici une observation critique sur ces lignes :

« Le mot *déterminant* n'est pas exact, car c'est l'*absence* de ces canaux
» et non leur *présence* qui est la cause des phénomènes si singuliers
» décrits par M. Flourens; c'est donc hors d'eux qu'il faut chercher cette
» cause, et dès lors il faut les considérer, non plus comme des organes qui
» produisent les phénomènes en question, mais comme des organes qui
» les empêchent au contraire de se manifester.

» Ces mêmes phénomènes me semblent encore devoir conduire M. Flou-
» rens à *revenir sur sa méthode*, et en particulier sur le rôle qu'il attribue
» au cervelet dans la coordination des mouvements de locomotion, rôle
» qu'il a conclu des phénomènes qui apparaissent à la suite de l'abla-
» tion de cet organe. En effet, si les conséquences qu'il a déduites de
» l'ablation des lobes cérébraux paraissent justes, ce n'est pas seulement
» parce que cette opération fait disparaître un ensemble de facultés déter-
» minées, mais c'est encore parce que l'expérience a appris que l'ablation
» de toute autre partie ne fait point disparaître ces mêmes facultés. *Il est
» donc évident que la méthode de M. Flourens de conclure le siége d'une
» faculté dans une partie déterminée du corps d'un animal n'est satisfaisante
» qu'autant qu'il est démontré que l'ablation de toute autre partie n'entraîne
» pas la destruction de cette même faculté.*

» Si nous appliquons le *contrôle* dont nous venons de parler à la conclu-
» sion que l'auteur a tirée de ses expériences, au sujet du rôle qu'il assigne
» au cervelet d'être le siége de la faculté de coordonner les mouvements
» de locomotion, nous verrons que la *contre-épreuve* de cette conclusion
» n'a point été faite, et ce qui en prouve la nécessité, ce sont les phéno-
» mènes amenés par l'ablation des canaux semi-circulaires, phénomènes
» qui ont tant de ressemblance avec ceux qui résultent de l'enlèvement
» du cervelet que, si *l'auteur eût commencé ses expériences par faire l'ablation
» des canaux, il aurait eu autant de raisons de placer dans ces organes le siége
» de la faculté de coordonner les mouvements de locomotion, qu'il en a eu
» de les placer dans le cervelet.* »

» *Conclusion.* — 1° J'ai profité de l'occasion pour justifier auprès de l'Académie l'importance que j'attache, au double point de vue de la grammaire et des sciences du domaine de la philosophie naturelle, à la définition *du substantif propre* et à celle de ses attributs.

» 2° Je pense avoir montré, dès 1831, l'impossibilité d'admettre l'opinion de Flourens relative au cervelet, démonstration qui a été pour moi, dès cette époque, l'occasion de fixer l'attention sur ce que la méthode que j'avais appliquée à la Chimie s'appliquait incontestablement aux recherches physiologiques de vivisection.

» M. le Dr Bouillaud ne pensera certainement pas que j'ai pris la parole pour le combattre. »

ANALYSE. — *Sur la fonction exponentielle;* par M. **Hermite.**

« I. Étant donné un nombre quelconque de quantités numériques $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n$, on sait qu'on peut en approcher simultanément par des fractions de même dénominateur, de telle sorte qu'on ait

$$\alpha_1 = \frac{A_1}{A} + \frac{\delta_1}{A\sqrt[n]{A}},$$

$$\alpha_2 = \frac{A_2}{A} + \frac{\delta_2}{A\sqrt[n]{A}},$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,$$

$$\alpha_n = \frac{A_n}{A} + \frac{\delta_n}{A\sqrt[n]{A}},$$

$\delta_1, \delta_2, \ldots, \delta_n$ ne pouvant dépasser une limite qui dépend seulement de n. C'est, comme on voit, une extension du mode d'approximation résultant de la théorie des fractions continues, qui correspondrait au cas le plus simple de $n = 1$. Or on peut se proposer une généralisation semblable de la théorie des fractions continues algébriques, en cherchant les expressions approchées de n fonctions, $\varphi_1(x), \varphi_2(x), \ldots, \varphi_n(x)$ par des fractions rationnelles $\frac{\Phi_1(x)}{\Phi(x)}, \frac{\Phi_2(x)}{\Phi(x)}, \ldots, \frac{\Phi_n(x)}{\Phi(x)}$, de manière que les développements en série suivant les puissances croissantes de la variable coïncident jusqu'à une puissance déterminée x^M. Voici d'abord à cet égard un premier résultat qui s'offre immédiatement. Supposons que les fonctions $\varphi_1(x), \varphi_2(x), \ldots, \varphi_n(x)$ soient toutes développables en séries de la forme $\alpha + \beta x + \gamma x^2 + \ldots$ et faisons

$$\Phi(x) = A x^m + B x^{m-1} + \ldots + K x + L.$$

On pourra en général disposer des coefficients A, B,..., L de manière à annuler dans les n produits $\varphi_i(x)\Phi(x)$, les termes en

$$x^{M}, \quad x^{M-1},\ldots, \quad x^{M-\mu_i+1},$$

μ_i étant un nombre entier arbitraire. Nous poserons ainsi un nombre d'équations homogènes de premier degré égal précisément à μ_i, et l'on aura

$$\varphi_i(x)\Phi(x) = \Phi_i(x) + \varepsilon_1 x^{M+1} + \varepsilon_2 x^{M+2} + \ldots,$$

ε_1, ε_2,... étant des constantes, $\Phi_i(x)$ un polynôme entier de degré $M - \mu_i$. Or cette relation donnant

$$\varphi_i(x) = \frac{\Phi_i(x)}{\Phi(x)} + \frac{\varepsilon_1 x^{M+1} + \varepsilon_2 x^{M+2} + \ldots}{\Phi(x)},$$

on voit que les développements en série de la fraction rationnelle et de la fonction seront en effet les mêmes jusqu'aux termes en x^M, et, comme le nombre total des conditions posées est $\mu_1 + \mu_2 + \ldots + \mu_n$, il suffit d'assujettir à la seule condition

$$\mu_1 + \mu_2 + \ldots + \mu_n = m,$$

les entiers μ_i restés jusqu'ici absolument arbitraires. C'est cette considération si simple qui a servi de point de départ à l'étude de la fonction exponentielle que je vais exposer, me proposant d'en faire l'application aux quantités $\varphi_1(x) = e^{ax}$, $\varphi_2(x) = e^{bx}$,..., $\varphi_n(x) = e^{hx}$.

» II. Soit pour abréger $M - m = \mu$; je compose avec les constantes a, b,..., h, le polynôme

$$F(z) = z^{\mu}(z-a)^{\mu_1}(z-b)^{\mu_2}\ldots(z-h)^{\mu_n},$$

de degré $\mu + \mu_1 + \ldots + \mu_n = M$, et j'envisage les n intégrales définies

$$\int_0^a e^{-zx} F(z)\,dz, \quad \int_0^b e^{-zx} F(z)\,dz, \ldots, \quad \int_0^h e^{-zx} F(z)\,dz,$$

qu'il est facile d'obtenir sous forme explicite. Faisant, en effet,

$$\mathfrak{F}(z) = \frac{F(z)}{x} + \frac{F'(z)}{x^2} + \ldots + \frac{F^{(M)}(z)}{x^{M+1}},$$

nous aurons

$$\int e^{-zx} F(z)\,dz = -e^{-zx}\mathfrak{F}(z),$$

et, par conséquent,

$$\int_0^a e^{-zx}\,\mathrm{F}(z)\,dz = \mathfrak{F}(0) - e^{-ax}\mathfrak{F}(a), \quad \int_0^b e^{-zx}\,\mathrm{F}(z)\,dz = \mathfrak{F}(0) - e^{-bx}\mathfrak{F}(b), \ldots$$

Or l'expression de $\mathfrak{F}(z)$ donne immédiatement, sous forme de polynômes ordonnés suivant les puissances croissantes de $\frac{1}{x}$, les diverses quantités $\mathfrak{F}(0)$, $\mathfrak{F}(a)$, $\mathfrak{F}(b), \ldots$, et si l'on observe qu'on a

$$\mathrm{F}(0) = 0, \quad \mathrm{F}'(0), \ldots, \quad \mathrm{F}^{(\mu-1)}(0) = 0,$$

puis successivement

$$\begin{aligned} &\mathrm{F}(a) = 0, \quad \mathrm{F}'(a) = 0, \ldots, \quad \mathrm{F}^{(\mu_1-1)}(a) = 0, \\ &\mathrm{F}(b) = 0, \quad \mathrm{F}'(b) = 0, \ldots, \quad \mathrm{F}^{(\mu_2-1)}(b) = 0, \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{aligned}$$

nous en conclurons les résultats suivants :

$$\mathfrak{F}(0) = \frac{\Phi(x)}{x^{\mathrm{M}+1}}, \quad \mathfrak{F}(a) = \frac{\Phi_1(x)}{x^{\mathrm{M}+1}}, \ldots, \quad \mathfrak{F}(h) = \frac{\Phi_n(x)}{x^{\mathrm{M}+1}},$$

où le polynôme entier $\Phi(x)$ est du degré $\mathrm{M} - \mu = m$, et les autres $\Phi_1(x)$, $\Phi_2(x), \ldots, \Phi_n(x)$, des degrés $\mathrm{M} - \mu_1$, $\mathrm{M} - \mu_2, \ldots$, $\mathrm{M} - \mu_n$. Cela posé, nous écrirons

$$\begin{aligned} e^{ax}\Phi(x) - \Phi_1(x) &= x^{\mathrm{M}+1} e^{ax} \int_0^a e^{-zx}\,\mathrm{F}(z)\,dz, \\ e^{bx}\Phi(x) - \Phi_2(x) &= x^{\mathrm{M}+1} e^{bx} \int_0^b e^{-zx}\,\mathrm{F}(z)\,dz, \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ e^{hx}\Phi(x) - \Phi_n(x) &= x^{\mathrm{M}+1} e^{hx} \int_0^h e^{-zx}\,\mathrm{F}(z)\,dz, \end{aligned}$$

or les intégrales définies se développant en séries de la forme $\alpha + \beta x + \gamma x^2 + \ldots$, on voit que les conditions précédemment posées comme définitions du nouveau mode d'approximation des fonctions se trouvent entièrement remplies. Nous avons ainsi obtenu, dans toute sa généralité, le système des fractions rationnelles $\frac{\Phi_1(x)}{\Phi(x)}, \frac{\Phi_2(x)}{\Phi(x)}, \ldots, \frac{\Phi_n(x)}{\Phi(x)}$, représentant les fonctions e^{ax}, $e^{bx}, \ldots$, e^{hx}, aux termes près de l'ordre $x^{\mathrm{M}+1}$.

» III. Soit, comme application, $n = 1$, et supposons de plus $\mu = \mu_1 = m$, ce qui donnera $\mathrm{M} = 2m$, $\mathrm{F}(z) = z^m(z-1)^m$; les dérivées de $\mathrm{F}(z)$ pour $z = 0$

se tirent sur-le-champ du développement par la formule du binôme

$$F(z) = z^{2m} - \frac{m}{1} z^{2m-1} + \frac{m(m-1)}{1.2} z^{2m-2} - \ldots + (-1)^m z^m,$$

et l'on obtient

$$\frac{F^{(2m-k)}(0)}{1.2.3\ldots 2m-k} = \frac{m(m-1)\ldots(m-k+1)}{1.2.3\ldots k}(-1)^k,$$

d'où, par suite,

$$\frac{\Phi(x)}{1.2.3\ldots m} = 2m(2m-1)\ldots(m+1) - (2m-1)(2m-2)\ldots(m+1)\frac{m}{1}x$$
$$+ (2m-2)(2m-3)\ldots(m+1)\frac{m(m-1)}{1.2}x^2 - \ldots + (-1)^m x^m.$$

» Pour avoir, en second lieu, les valeurs des dérivées quand on suppose $z = 1$, nous poserons $z = 1 + h$, afin de développer suivant les puissances de h, le polynôme $F(1+h) = h^m(h+1)^m$. Or les coefficients précédemment obtenus se reproduisant, sauf le signe, on voit qu'on aura

$$\Phi_1(x) = \Phi(-x).$$

» Ces résultats conduisent à introduire, au lieu de $\Phi(x)$ et $\Phi_1(x)$, les polynômes $\Pi(x) = \frac{\Phi(x)}{1.2.3\ldots m}$, $\Pi_1(x) = \frac{\Phi_1(x)}{1.2.3\ldots m}$, dont les coefficients sont des nombres entiers; on aura ainsi

$$e^x \Pi(x) - \Pi_1(x) = \frac{x^{2m+1}}{1.2.3\ldots m} e^x \int_0^1 e^{-zx} z^m (z-1)^m dz$$
$$= (-1)^m \frac{x^{2m+1}}{1.2.3\ldots m} \int_0^1 e^{x(1-z)} z^m (1-z)^m dx,$$

et l'on met en évidence que le premier membre peut devenir, pour une valeur suffisamment grande de m, plus petit que toute quantité donnée. Nous savons effectivement que le facteur $\frac{x^{2m+1}}{1.2.3\ldots m}$ a zéro pour limite, et il en est de même de l'intégrale; or la quantité $z^m(1-z)$ étant toujours inférieure à son maximum $\left(\frac{1}{2}\right)^m$ qui décroît indéfiniment quand m augmente. Il résulte de là qu'en supposant x un nombre entier, l'exponentielle e^x ne peut avoir une valeur commensurable; car si l'on fait $x = \frac{b}{a}$, on parvient, après avoir chassé le dénominateur, à l'égalité

$$b\Pi(x) - a\Pi_1(x) = (-1)^m \frac{a x^{2m+1}}{1.2.3\ldots m} \int_0^1 e^{x(1-z)} z^m (1-z)^m dz,$$

dont le second membre peut devenir moindre que toute grandeur donnée, et sans jamais s'évanouir, tandis que le premier est un nombre entier. Lambert, à qui l'on doit cette proposition, ainsi que la seule démonstration jusqu'à ce jour obtenue de l'irrationnalité du rapport de la circonférence au diamètre et de son carré, a tiré ces importants résultats de la fraction continue

$$\frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}} = \cfrac{x}{1 + \cfrac{x^2}{3 + \cfrac{x^2}{5 + \ldots}}}$$

à laquelle nous parviendrons plus tard. Laissant entièrement de côté le rapport de la circonférence au diamètre, je vais maintenant tenter d'aller plus loin à l'égard du nombre e, en établissant l'impossibilité d'une relation de la forme

$$\mathrm{N} + e^a \mathrm{N}_1 + e^b \mathrm{N}_2 + \ldots + e^h \mathrm{N}_n = 0,$$

$a, b, \ldots, h$ étant des nombres entiers, ainsi que les coefficients $\mathrm{N}, \mathrm{N}_1, \ldots \mathrm{N}_n$.

» IV. Je considère à cet effet, parmi les divers systèmes de fractions rationnelles $\frac{\Phi_1(x)}{\Phi(x)}, \frac{\Phi_2(x)}{\Phi(x)}, \ldots, \frac{\Phi_n(x)}{\Phi(x)}$, celui qu'on obtient lorsqu'on suppose $\mu = \mu_1 = \ldots = \mu_n$, ce qui donne

$$m = n\mu, \quad \mathrm{M} = (n+1)\mu \quad \text{et} \quad \mathrm{F}(z) = f^\mu(z),$$

en faisant $f(z) = z(z-a)(z-b), \ldots, (z-h)$. Soit alors, comme tout à l'heure,

$$\Pi(x) = \frac{\Phi(x)}{1.2.3\ldots\mu}, \quad \Pi_1(x) = \frac{\Phi_1(x)}{1.2.3\ldots\mu}, \ldots, \quad \Pi_n(x) = \frac{\Phi_n(x)}{1.2.3\ldots\mu};$$

ces nouveaux polynômes auront encore, pour leurs coefficients, des nombres entiers, et conduiront aux relations suivantes :

$$(\mathrm{A}) \qquad \begin{cases} e^{ax}\Pi(x) - \Pi_1(x) = \varepsilon_2, \\ e^{bx}\Pi(x) - \Pi_2(x) = \varepsilon_2, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ e^{hx}\Pi(x) - \Pi_n(x) = \varepsilon_n, \end{cases}$$

en écrivant, pour abréger,

$$\varepsilon_1 = \frac{x^{\mathrm{M}+1} e^{ax}}{1.2.3\ldots\mu} \int_0^a e^{-zx} \mathrm{F}(z) dz = \int_0^a e^{x(a-z)} \frac{f^\mu(z) x^{(n+1)\mu+1}}{1.2.3\ldots\mu} dz,$$

$$\varepsilon_2 = \frac{x^{\mathrm{M}+1} e^{bx}}{1.2.3\ldots\mu} \int_0^b e^{-zx} \mathrm{F}(z) dz = \int_0^b e^{x(b-z)} \frac{f^\mu(z) x^{(n+1)\mu+1}}{1.2.3\ldots\mu} dz,$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

» Cela posé, j'observe en premier lieu que $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \ldots$ deviennent, pour une valeur suffisamment grande de μ, plus petits que toute quantité donnée; car, le polynôme $f(z)$ ne dépassant jamais une certaine limite λ dans l'intervalle parcouru par la variable, le facteur $\frac{f^{\mu}(z)\,x^{(n+1)\mu+1}}{1.2.3\ldots\mu}$ qui multiplie l'exponentielle sous le signe d'intégration est constamment inférieur à la quantité $\frac{(\lambda x^{n+1})^{\mu} x}{1.2.3\ldots\mu}$, qui a zéro pour limite.

» Je suppose maintenant $x = 1$ dans les équations (A), et désignant alors par P_i la valeur correspondante de $\Pi_i(x)$ qui sera un nombre entier dans l'hypothèse admise à l'égard de $a, b, \ldots, h$, elles deviendront

$$\begin{aligned} e^a P - P_1 &= \varepsilon_1, \\ e^b P - P_2 &= \varepsilon_2, \\ \ldots\ldots&\ldots\ldots, \\ e^h P - P_n &= \varepsilon_n, \end{aligned}$$

et la relation supposée

$$N + e^a N_1 + e^b N_2 + \ldots + e^h N_n = 0$$

donnera facilement celle-ci :

$$NP + N_1 P_1 + \ldots + N_n P_n = -(N_1 \varepsilon_1 + N_2 \varepsilon_2 + \ldots + N_n \varepsilon_n),$$

dont le premier membre est essentiellement entier, le second, d'après ce qui a été établi relativement à $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \ldots$ pouvant, lorsque μ augmente, devenir plus petit que toute grandeur donnée. On aura donc nécessairement, à partir d'une certaine valeur de μ et pour toutes les valeurs plus grandes,

$$NP + N_1 P_1 + \ldots + N_n P_n = 0.$$

» Supposons, en conséquence, que μ devenant successivement $\mu + 1$, $\mu + 2, \ldots, \mu + n$, P_i se change en P'_i, $P''_i, \ldots, P^{(n)}_i$, on aura de même

$$\begin{aligned} NP' + N_1 P'_n + \ldots + N_n P'_n &= 0, \\ NP'' + N_1 P''_1 + \ldots + N_n P''_n &= 0, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots&\ldots\ldots, \\ NP^{(n)} + N_1 P^{(n)}_1 + \ldots + N_n P^{(n)}_n &= 0. \end{aligned}$$

Ces relations entraînent la condition suivante :

$$\begin{vmatrix} P & P_1 & \ldots & P_n \\ P' & P'_1 & \ldots & P'_n \\ P'' & P''_1 & \ldots & P''_n \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ P^{(n)} & P^{(n)}_1 & \ldots & P^{(n)}_n \end{vmatrix} = 0.$$

En prouvant donc que ce déterminant est différent de zéro, on démontrera l'impossibilité de la relation admise

$$N + e^a N_1 + e^b N_2 + \ldots + e^h N_n = 0.$$

» J'observerai dans ce but qu'on peut substituer aux termes d'une même ligne horizontale des combinaisons linéaires semblables pour toutes ces lignes, et que j'indiquerai en considérant, par exemple, la première. Elle consiste à remplacer respectivement $P, P_1, P_2, \ldots, P_{n-1}, P_n$, par $P - e^{-a}P_1$, $e^{-a}P_1 - e^{-b}P_2, \ldots, e^{-g}P_{n-1} - e^{-h}P_n, e^{-h}P_n$; il est alors aisé de voir que si l'on multiplie toutes ces quantités par $1.2.3\ldots\mu$, elles deviennent précisément les intégrales

$$\int_0^a e^{-z} f^{\mu}(z)\,dz, \quad \int_a^b e^{-z} f^{\mu}(z)\,dz, \ldots, \quad \int_g^h e^{-z} f^{\mu}(z)\,dz, \quad \int_h^{\infty} e^{-z} f^{\mu}(z)\,dz.$$

» Maintenant les autres lignes se déduisent de celle-là par le changement de μ en $\mu+1, \mu+2, \ldots, \mu+n$, et le déterminant transformé sur lequel nous allons raisonner est le suivant :

$$\Delta = \begin{vmatrix} \int_0^a e^{-z} f^{\mu}(z)\,dz, & \int_a^b e^{-z} f^{\mu}(z)\,dz, \ldots, & \int_a^{\infty} e^{-z} f^{\mu}(z)\,dz, \\ \int_0^a e^{-z} f^{\mu+1}(z)\,dz, & \int_a^b e^{-z} f^{\mu+1}(z)\,dz, \ldots, & \int_h^{\infty} e^{-z} f^{\mu+1}(z)\,dz, \\ \cdots\cdots & \cdots\cdots & \cdots\cdots, \\ \int_0^a e^{-z} f^{\mu+n}(z)\,dz, & \int_a^b e^{-z} f^{\mu+n}(z)\,dz, \ldots, & \int_h^{\infty} e^{-z} f^{\mu+n}(z)\,dz. \end{vmatrix}$$

THERMOCHIMIE. — *Sur la chaleur de combinaison rapportée à l'état solide; nouvelle expression thermique des réactions;* par M. BERTHELOT.

« **1.** Les quantités de chaleur dégagées dans les actions chimiques ne se prêtent point en général à des comparaisons théoriques, parce que l'état des corps réagissants n'est pas le même pour tous, les uns étant gazeux, d'autres liquides ou dissous, d'autres solides, tantôt cristallisés, tantôt amorphes, ce qui comporte encore de grandes diversités (*). La théorie pure exigerait que l'on pût opérer toutes les actions et en calculer les effets

(*) *Sur la formation des précipités;* dans ce Recueil, t. LXXIII, p. 1165, et surtout p. 1215-1219.

dans l'état gazeux et à volume constant (*). Par malheur, cette condition ne peut être remplie que dans des cas exceptionnels.

» Cependant les travaux de Hess, Andrews, Favre et Silbermann ont montré que les actions réciproques des acides et des bases devenaient comparables dans l'état dissous; mais cette condition ne s'applique qu'à un groupe de corps, et elle ne rend pas un compte suffisant des doubles décompositions qui s'opèrent dans les dissolutions, celles-ci ne pouvant être prévues que par le calcul des réactions entre les corps séparés de l'eau, joint à l'étude de l'influence spéciale du dissolvant sur chacun d'eux (**).

» C'est pourquoi j'ai pensé qu'il y avait quelque intérêt à rapporter la chaleur des réactions à un même état physique : l'état solide et cristallisé, presque toujours facile à réaliser pour tous les corps réagissants. Les quantités de chaleur calculées dans cet état ne varient que faiblement par les abaissements de température, même jusqu'au zéro absolu, à cause de la faible variation des chaleurs spécifiques. C'est la même circonstance qui a permis à Dulong et à Petit de découvrir leur loi, si importante pour la Chimie, mais qui n'est susceptible d'une démonstration rigoureuse que dans l'état gazeux.

» Or pour calculer la valeur thermique des réactions dans l'état solide, il convient de joindre à la connaissance de la chaleur dégagée entre les corps dissous, celle de la chaleur mise en jeu lorsqu'ils se dissolvent. C'est dans cette intention que j'ai mesuré les nombres compris aux tableaux ci-après, lesquels viennent s'ajouter à ceux qui existent dans la science, pour permettre de construire un système assez étendu (***).

(*) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. VI, p. 316.

(**) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXIX, p. 101, 433. — *Comptes rendus*, années 1871-1873.

(***) Je renverrai à mes publications dans le présent Recueil pour les hydracides (t. LXXVI, p. 679 et 741); les alcalis (t. LXXVI, p. 1041 et 1106); les carbonates (t. LXXIII, p. 1107, 1162, 1215); les sulfates insolubles (t. LXXIII, p. 1109); les oxalates insolubles (même volume, p. 1218).

» 2. *Chaleur de dissolution* (*) *des sels.*

I. — *Sels monobasiques.*

Formiates.		Acétates.		Benzoates, picrates, etc.	
$C^2H^2O^4$ cristallisé	−2,35	$C^4H^4O^4$ cristallisé	−2,13	$C^{14}H^6O^4$ environ	− 6,5
$C^2H^2O^4$ liquide	+0,08	$C^4H^4O^4$ liq. vers 23°	+0,24	$C^{10}H^{10}O^4$ (ac. pivaliq.) solide	+ 0,34 env.
»	»	$C^4H^4O^4$ liq. vers 7°	+0,40	$C^{12}H^3X^3O^2$	− 7,10
C^2HKO^4 sec (vide)	−0,93	$C^4H^3KO^4$ sec (vide)	+3,27	$C^{14}H^5KO^4$	− 1,48
C^2HNaO^4 sec (vide)	−0,52	$C^4H^3KO^4$ fondu	+3,21	$C^{14}H^5NaO^4$	+ 0,78
C^2HAmO^4	−2,94	$C^4H^3NaO^4$ sec (vide)	+4,08	$C^{14}H^5AmO^4$	− 2,69
		$C^4H^3NaO^4$ fondu	+4,23	$C^{14}H^5CaO^4$	+ 2,34
		$C^4H^3NaO^4 + 6HO$	−4,58	$C^{10}H^9KO^4$ (pivalate)	+ 7,35 (**)
C^2HCaO^4	+0,33	$C^4H^3CaO^4$	+3,51		
C^2HSrO^4	+0,31	$C^4H^3CaO^4 + HO$	+2,68	$C^{12}H^2KX^3O^2$	−10,0
$C^2HSrO^4 + 2HO$	−2,73	$C^4H^3SrO^4$	+2,78	$C^{12}H^2NaX^3O^2$	− 6,44
		$C^4H^3SrO^4 + \frac{1}{2}HO$	+2,63	$C^{12}H^2AmX^3O^2$	− 8,7
C^2HBaO^4	−1,22	$C^4H^3BaO^4$	+2,62	Mn^2O^8K (très-pur)	−10,30
»		$C^4H^3BaO^4 + 3HO$	−0,41		
»		$C^4H^3MnO^4$ (vide)	+6,12	AzO^4Ba	− 2,84
»		$C^4H^3MnO^4 + 4HO$	+0,79	$AzO^4Ba + HO$	− 4,30
C^2HZnO^4	+1,99	$C^4H^3ZnO^4$ (vide)	+4,91		
$C^2HZnO^4 + 2HO$	−1,20	$C^4H^3ZnO^4 + HO$	+3,18	$CyKO^2$	− 5,17
»		$C^4H^3ZnO^4 + 2HO$	+2,12	$CyKS^2$ environ	− 5,70
C^2HCuO^4	+0,26	$C^4H^3CuO^4$	+1,21		
$C^2HCuO^4 + 4HO$	−3,92	$C^4H^3CuO^4 + HO$	+0,40		
C^2HPbO^4	−3,45	$C^4H^3PbO^4$ (vide)	+0,70		
»		$C^4H^3PbO^4 + 3HO$	−2,77		
»		$C^4H^3AgO^4$	−4,30		

Azotates.		Chlorures.		Bromures, iodures, cyanures, etc.	
AzO^6K	−8,29	KCl	−4,19	KBr	− 5,45
AzO^6Na	−4,66	$NaCl$	−1,08	$NaBr$	− 0,29
AzO^6Am	−6,20	$AmCl$	−4,00	$NaBr + 4HO$	− 4,45
AzO^6Ca	+1,6(?)			KI	− 5,32
$AzO^6Ca + 4HO$	−3,81			NaI	+ 1,30
AzO^6Sr	−2,54	$SrCl$	+5,48	$NaI + 4HO$	− 3,98
$AzO^6Sr + 5HO$	−6,48	$SrCl + 6HO$	−3,65		
AzO^6Ba	−4,64	$BaCl$	+0,82	KCy	− 2,86
		$BaCl + 2HO$	−2,61	$AmCy$	− 4,36
AzO^6Pb	−4,11	$PbCl$	−2,0	$HgCy$	− 1,50
AzO^6Ag	−5,73	$HgCl$	−1,52	AzH^3, H^2S^2 pur	− 3,25
		$SnCl + 2HO$	−2,58		

(*) 1 partie de sel + 50 à 100 parties d'eau. Les détails, souvent curieux, des expériences, seront donnés dans le Mémoire complet. Tous les sels et leurs hydrates, sans exception, ont été analysés.

(**) $C^{10}H^{10}O^4$ (ac. pivalique) dissous ($1^{éq} = 6^{lit}$) + KO ($1^{éq} = 2^{lit}$) dégage... + 13,59. Un excès d'acide ou d'alcali ne change pas ce nombre, très-voisin de l'acide acétique.

II. — *Sels bibasiques.*

Sulfates.		Oxalates.		Tartrates.	
S^2O^6	$+37,30$				
$S^2H^2O^8$ cristallisé	$+16,06$	$C^4H^2O^8$	$-2,29$	$C^8H^6O^{12}$	$-3,45$
$S^2H^2O^8$ liquide	$+16,92$	$C^4H^2O^8+4HO$	$-8,49$		
$S^2O^8K^2$	$-6,04$	$C^4K^2O^8$	$-4,74$	$C^8H^4K^2O^{12}$	$-3,56$
S^2O^8KH	$-3,23$	$C^4K^2O^8+2HO$	$-7,73$	$C^8H^4K^2O^{12}+HO$	$-5,56$
$S^2O^8Na^2$	$+0,76$(*)	$C^4Na^2O^8$	$-4,30$	$C^8H^4Na^2O^{12}$	$-1,12$
$S^2O^8Na^2+10H^2O^2$	$-18,10$	C^4HNaO^8	$-5,60$	$C^8H^4Na^2O^{12}+4HO$	$-5,88$
S^2O^8NaH	$-0,76$	C^4HNaO^8+2HO	$-9,50$	$C^8H^5NaO^{12}$	$-5,66$
$S^2O^8Am^2$	$-2,70$	$C^4Am^2O^8$	$-7,98$	$C^8H^5NaO^{12}+2HO$	$-8,54$
		$C^4Am^2O^8+2HO$	$-11,47$	$C^8H^4NaKO^{12}$ environ	$-1,87$
				$C^8H^4NaKO^{12}+8HO$	$-12,34$

Carbonates.			
$C^2O^6K^2$	$+6,54$	C^2O^6KH	$-5,32$
$C^2O^6K^2+3HO$	$-0,24$	C^2O^6NaH	$-4,27$
$C^2O^6Na^2$	$+5,54$	C^2O^6AmH	$-6,28$

Les conséquences que l'on peut tirer de ces chiffres sont trop nombreuses et trop importantes pour être développées ici sans dépasser le cadre de la présente Note. Je me bornerai à en signaler quelques-unes, à titre d'exemples.

3. *Relations entre les chaleurs de dissolution.* — Les sels de potasse et les sels de soude formés par un même acide manifestent parfois une différence presque constante : — 3,1 pour les chlorures; — 3,7 pour les azotates; — 3,6 pour les picrates; — $3,4 \times 2$ pour les sulfates. J'ai déjà fait cette

(*) Ce chiffre + 0,76 concorde avec les valeurs + 0,76 observées par Graham et + 0,70 par M. Favre, en 1871. Il s'écarte, au contraire, sensiblement de — 0,06, valeur observée par M. Thomsen, et dont il est facile de constater l'incorrection. Comme elle a été mesurée en présence de $400H^2O^2$, l'erreur reportée sur les indications du thermomètre serait de 0°,11. C'est là une erreur d'observation pure, qu'elle soit due à la lecture du thermomètre, à l'analyse chimique ou à toute autre cause; car elle ne résulte pas d'un rapprochement contestable entre les chiffres observés et des chiffres calculés par quelque formule empirique, comportant un écart inévitable. Si je relève cette erreur commise par M. Thomsen, dans une expérience aussi simple que la dissolution d'un sel (et je pourrais en citer un grand nombre du même ordre de grandeur), c'est afin de montrer que les chiffres de cet auteur n'ont pas la précision absolue qu'il leur attribue, et au nom de laquelle il condamne avec assurance les travaux des autres savants. Les données qui concourent dans les évaluations thermochimiques sont trop diverses pour qu'on puisse en espérer toujours une si minutieuse exactitude.

remarque il y a plusieurs années. De même, entre les sels de soude et d'ammoniaque : + 2,9 (chlorures); + 2,5 (azotates); + 1,7 × 2 (sulfates); + 2,3 (picrates). Si ces relations étaient générales, on pourrait calculer *a priori* la chaleur de dissolution d'un sel donné; mais on ne les observe plus dans l'étude des sels formés par d'autres bases ou d'autres acides. Entre les formiates de potasse et de soude, la différence est seulement de — 0,4; entre les acétates, — 0,8; entre les oxalates, — 0,2 × 2, etc.

» Au contraire, les acétates anhydres de potasse, de soude, de chaux, de baryte, de plomb, l'emportent tous de + 4 environ sur les formiates correspondants, ce qui est l'indice d'une certaine analogie de constitution entre les deux séries. Il serait facile de multiplier les rapprochements de ce genre; mais les exceptions sont trop marquées pour autoriser une généralisation absolue. Bref, le travail de désagrégation qui se produit dans la solution d'un sel offre une relation évidente avec sa composition chimique, les différences d'équivalent correspondant souvent aux différences thermiques; mais la loi paraît fréquemment masquée par le concours d'autres circonstances, difficiles à faire entrer en ligne de compte, telles que la forme cristalline différente, la cohésion inégale, enfin la formation des hydrates salins dissemblables dans les dissolutions.

4. *Formation des hydrates cristallisés.* — Cette formation, au moyen des acides ou des sels anhydres et de l'eau solide (*) peut être calculée aisément par les nombres précédents :

SO^3	(solide)	+ HO	(solide)	= SO^4H	(solide)	dégage.....	+ 9,9
BaO	»	+ HO	»	= $BaHO^2$	»	»	+ 8,1
SrO	»	+ HO	»	= $SrHO^2$	»	»	+ 7,9
CaO	»	+ HO	»	= $CaHO^2$	»	»	+ 6,8

Ces nombres n'offrent entre eux aucune relation simple; ils ne sont pas les multiples d'une constante commune, comme on aurait pu l'espérer dans des réactions où l'état des corps est rendu comparable. On ne rencontre pas davantage de relation simple dans la formation des hydrates proprement dits, renfermant ce qu'on appelle de *l'eau de cristallisation.* Cette formation dégage d'ailleurs bien moins de chaleur que la précédente. Voici des nombres :

(*) H^2O^2 en devenant solide dégage, d'après les nombres de M. Desains, + 1,43.

$C^4H^2O^8$	+ 4HO	(solide) dégage....	+ 3,34	soit	+ 0,83	pour HO.
KHO^2	+ 4HO	» »	+ 9,63	»	+ 2,41	»
$BaHO^2$	+ 9HO	» »	+ 5,72	»	+ 0,64	»
$SrHO^2$	+ 9HO	» »	+ 5,92	»	+ 0,66	»
BaCl	+ 2HO	» »	+ 2,00	»	+ 1,00	»
SrCl	+ 6HO	» »	+ 4,84	»	+ 0,81	»
NaBr	+ 4HO	» »	+ 1,30	»	+ 0,32	»
NaI	+ 4HO	» »	+ 2,42	»	+ 0,61	»
SO^4Na	+ 10HO	» »	+ 2,28	»	+ 0,23	»
$C^4H^3NaO^4$	+ 6HO	» »	+ 4,37	»	+ 0,73	»
$C^4H^3CaO^4$	+ HO	» »	+ 0,83	»	+ 0,12	»
$C^4H^3SrO^4$	+ $\frac{1}{2}$HO	» »	− 0,21	»	»	»
$C^4H^3BaO^4$	+ 3HO	» »	+ 0,88	»	+ 0,29	»
C^2HSrO^4	+ 2HO	» »	+ 1,60	»	+ 0,80	»
$C^4H^3ZnO^4$	+ 2HO	» »	+ 2,00	»	+ 1,18	»
»	+ HO	» »	+ 1,01	»	+ 1,01	»
C^2HZnO^4	+ 2HO	» »	+ 1,76	»	+ 0,88	»
$C^4H^3CuO^4$	+ HO	» »	+ 0,08	»	+ 0,08	»
C^2HCuO^4	+ 4HO	» »	+ 1,32	»	+ 0,33	»
$C^4H^3PbO^4$	+ 3HO	» »	+ 1,32	»	+ 0,44	»

» Sans multiplier davantage ces calculs, dont mon tableau fournit encore plusieurs applications, et sans trop insister sur des chiffres qui comportent de petites erreurs, et qui varieraient sans doute un peu avec la température, on voit cependant qu'il n'existe point de relation simple entre la chaleur dégagée et le nombre d'équivalents d'eau fixés. La chaleur dégagée diffère notablement, même pour les corps isomorphes, tels que les hydrates d'iodure et de bromure de sodium. Elle ne répond pas non plus au degré de stabilité des hydrates. L'acétate de soude, par exemple, perd toute son eau dans le vide; or la fixation de chaque équivalent d'eau de ce composé dégage +0,73; tandis que l'acétate de cuivre, qui dégage neuf fois moins de chaleur : +0,08, ne perd pas son eau dans le vide. L'acétate de strontiane retient son demi-équivalent d'eau jusque vers 180 degrés, quoique la combinaison de l'eau avec le sel semble répondre à une absorption de chaleur (*), si les nombres observés sont exacts. De même, le formiate de zinc, qui garde son eau dans le vide, a dégagé moins de chaleur que l'acétate, qui perd toute son eau à la longue, etc., etc.

(*) La formation de ce sel, qui cristallise dans le prisme oblique à base oblique, le moins symétrique de tous, et dans lequel 2 molécules de sel sont asssociées avec un seul équivalent d'eau, répond à des travaux tout particuliers.

» 5. *Formation des sels acides, sels doubles,* etc.

$SO^4K + SO^3 = S^2O^7K$ dégage.......	$+13.0$
$S^2O^7K + HO$ (sol.) $= S^2O^8KH$ dégage	$+ 4.3$
$SO^4K + SO^4H$ (sol.) $= S^2O^8KH$ »	$+ 7.6$
$SO^4Na + SO^4H$ (sol.) $= S^2O^8NaH$....	$+ 8.0$
$\frac{1}{2}(C^4Na^2O^8 + C^4H^2O^8) = C^4HNaO^8$....	$+ 1.9$
$\frac{1}{2}(C^8H^4Na^2O^{12} + C^8H^6O^{12}) = C^8H^5NaO^{12}$	$+ 3.3$

» La formation des sels acides organiques solides répond donc à un dégagement de chaleur très-faible. De même le sel de Seignette :

$\frac{1}{2}(C^8H^4K^2O^{12} + C^8H^4Na^2O^{12}) = C^8H^4NaKO^{12}$.... chaleur nulle.

» 6. *Formation des sels à partir de l'acide et de la base.*

I. *Acide et base anhydres.*	$SO^3 + BaO = SO^4Ba$......	$+51,0$
	$SO^3 + SrO = SO^4Sr$......	$+47,8$
	$SO^3 + CaO = SO^4Ca$......	$+42,0$ environ
	$SO^3 + PbO = SO^4Pb$......	$+30,4$
	$SO^3 + ZnO = SO^4Zn$......	$+22,5$
	$SO^3 + CuO = SO^4Cu$......	$+21,3$

» Les chaleurs de formation décroissent dans l'ordre de stabilité, sans que l'on aperçoive aucune relation numérique simple, aucune constante commune se dégager. Remarquons seulement le rapprochement des chaleurs de formation entre les sels de baryte et de strontiane, comme entre les sels de zinc et de cuivre; ces rapprochements subsistent quel que soit l'acide. On les retrouve dans les tableaux suivants :

II. *Acide et base hydratés.*	$SO^4H + KHO^2 = SO^4K + H^2O^2$ (solide)......	$+40,6$
	$SO^4H + NaHO^2 = SO^4Na + H^2O^2$ »	$+34,7$
	$SO^4H + BaHO^2 = SO^4Ba + H^2O^2$ »	$+32,7$
	$SO^4H + SrHO^2 = SO^4Sr + H^2O^2$ »	$+29,8$
	$SO^4H + CaHO^2 = SO^4Ca + H^2O^2$ »	$+25,4$
	$SO^4H + PbHO^2 = SO^4Pb + H^2O^2$ »	$+19,9$
	$SO^4H + ZnHO^2 = SO^4Zn + H^2O^2$ »	$+13,1$
	$SO^4H + CuHO^2 = SO^4Cu + H^2O^2$ »	$+10,5$

» L'ordre de stabilité se trouve conservé ici.

III. *Sels acides.*	$S^2O^8H^2 + KHO^2 = S^2O^8KH + H^2O^2$ solide......	$+48,2$
	$S^2O^8H^2 + NaHO^2 = S^2O^8NaH + H^2O^2$ »	$+42,7$

» IV. *Sels monobasiques.* — La comparaison entre la formation des acétates et celle des formiates est digne d'intérêt. Les chiffres répondent à la réac-

tion suivante : Acide + Base hydratée = Sel + Eau, tous les corps solides.

C^2HKO^4...	+25,6	$C^4H^3KO^4$...	+21,8	$C^{10}H^9KO^4$ (pivalate)...	+19,8
C^2HNaO^4...	+22,5	$C^4H^3NaO^4$...	+18,4	$C^{14}H^5KO^4$ » ...	+22,5
C^2HCaO^4...	+13,3	$C^4H^3CaO^4$...	+10,6	$C^{14}H^5NaO^4$ » ...	+17,4
C^2HSrO^4...	+16,7	$C^4H^3SrO^4$...	+14,7	$C^{14}H^5CaO^4$ » ...	+ 7,7
C^2HBaO^4...	+18,6	$C^4H^3BaO^4$...	+15,2		
C^2HZnO^4...	+ 6,1	$C^4H^3ZnO^4$...	+ 3,7		
C^2HCuO^4...	+ 5,2	$C^4H^3CuO^4$...	+ 4,5		
C^2HPbO^4...	+10,2	$C^4H^3PbO^4$...	+ 6,3		

» La production des formiates solides dégage donc, en général, plus de chaleur que celle des acétates, l'excès étant de + 4 calories environ pour les alcalis et l'oxyde de plomb. Le pivalate dégage encore moins de chaleur; les benzoates ne s'écartent pas beaucoup des acétates. Enfin la formation des sels métalliques, tels que les sels de zinc et de cuivre, dégage bien moins de chaleur que la formation des sels alcalins; ce qui explique, jusqu'à un certain point, leur décomposition partielle dans les dissolutions, laquelle devient très-manifeste pendant l'évaporation, leur destruction plus facile par la chaleur, etc.

» V. *Sels des acides bibasiques.* — Ils l'emportent sur les sels monobasiques analogues, comme le montrent les nombres suivants, comparés à ceux des acétates :

Oxalates.	$C^4K^2O^8$	+58,8 : 2 = +29,4,
	$C^4Na^2O^8$	+53,0 : 2 = +26,5,
	C^4NaHO^8	....+28,4;
Tartrates.	$C^8H^4K^2O^{12}$	+53,8 : 2 = +26,9,
	$C^8H^4Na^2O^{12}$	+45,9 : 2 = +22,9,
	$C^8H^5NaO^{12}$	............+26,2,
	$C^8H^4NaKO^{12}$	+49,5 (ses composants = 49,8).

» On voit encore que les sulfates surpassent de beaucoup les sels organiques par la chaleur dégagée dans leur formation; les différences entre les chaleurs relatives aux sels alcalins et terreux sont d'ailleurs à peu près du même ordre de grandeur pour tous ces sels. On remarquera que toutes ces relations s'appliquent seulement aux sels anhydres, les hydrates salins ne donnant lieu à aucun rapprochement général sous le même point de vue. La solubilité ou l'insolubilité des corps y jouent également peu de rôle, comme le montre la comparaison des sulfates avec les formiates ou les acétates.

» 7. *Déplacements réciproques des acides dans les sels* — J'ai montré, dans

le présent Recueil (t. LXXV, p. 435, 480, 538, 583), que ces déplacements, toutes les fois qu'aucun corps ne se sépare par insolubilité ou moindre solubilité, pouvaient être prévus et calculés rigoureusement : il suffit de réunir les prévisions fondées sur les réactions des corps séparés de l'eau, avec la connaissance de l'action propre de l'eau sur chacun d'eux, sur les acides en particulier.

» 8. *Doubles décompositions salines.* — Il est probable qu'elles pourront être calculées de la même manière, pourvu que l'on sache le degré de décomposition que chaque sel soluble éprouve de la part de l'eau, les sels métalliques en particulier; en envisageant à la fois la séparation partielle du sel hydraté en eau et sel anhydre, et la séparation de ce dernier en sel acide et sel basique dans les liqueurs. Mais il serait trop long d'entrer ici dans cette discussion. Il me suffit d'avoir montré l'intérêt qui s'attache à la nouvelle expression thermique des réactions que je propose d'introduire dans la science. »

M. Daubrée fait la Communication suivante :

« L'Académie sait que la courageuse expédition conduite par M. Nordinskiöld a voulu passer tout cet hiver au milieu des glaces du Spitzberg, afin de pouvoir, dès le printemps, se diriger plus avant vers les régions polaires. Aucune nouvelle n'en était parvenue depuis le mois de novembre, et l'on ignorait comment les intrépides voyageurs avaient traversé ces sept mois. Un télégramme de Tromsoë, en date d'avant-hier (5 juillet), fait cesser les inquiétudes qu'on pouvait avoir sur le personnel de l'expédition. Il est ainsi conçu :

« Tromsoë, 5 juillet. — Hiver et printemps passés très-bien; l'état des glaces a fait échouer complétement l'expédition du Nord, qui a dû diriger ses efforts vers un autre but; nous serons de retour à Tromsoë au commencement d'août; santés excellentes. »

M. Hirn fait hommage à l'Académie d'une brochure intitulée « Application du pandynamomètre à la mesure du travail des machines à vapeur à balancier. »

M. Lestiboudois adresse à l'Académie, par l'entremise de M. Dumas, un Mémoire manuscrit, accompagné de planches nombreuses, sur la structure de l'écorce et la formation du suber.

Ce Mémoire sera transmis à la Section de Botanique.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant, pour la Section d'Anatomie et Zoologie, en remplacement de M. *Agassiz,* élu Associé étranger.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 44,

M. Steenstrup obtient	38 suffrages.
M. Darwin	6 »

M. Steenstrup, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un autre Correspondant, pour la Section d'Anatomie et Zoologie, en remplacement de feu M. *Pictet.*

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 46,

M. Dana obtient	35 suffrages.
M. Darwin	10 »

Il y a un bulletin blanc.

M. Dana, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

L'Académie procède encore, par la voie du scrutin, à la nomination d'un autre Correspondant, pour la Section d'Anatomie et Zoologie, en remplacement de feu M. *Pouchet.*

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 48,

M. Carpenter obtient	35 suffrages.
M. Darwin	12 »
M. Huxley	1 »

M. Carpenter, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sur un système de télégraphie optique, réalisé pendant le siége de Paris par une Commission nommée par le Gouverneur.* Note de M. A. Laussedat.

(Commissaires : MM. H.-Sainte-Claire Deville, Edm. Becquerel, Desains.)

« Pendant le siége de Paris par les armées allemandes, une Commission (1), nommée par le Gouverneur, sur la proposition de M. le général de Chabaud-Latour, et composée de savants physiciens qui m'avaient fait l'honneur de m'appeler à les présider, est parvenue à résoudre, avec un plein succès, le problème de la télégraphie optique.

» Le principe de cette solution, entrevu vers la même époque par d'autres personnes, tant en France qu'à l'étranger, n'avait pas reçu jusqu'à présent, à notre connaissance du moins, les développements que nous étions parvenus à lui donner, en réunissant tous nos efforts dans un moment de suprême danger. Nous évitions d'ailleurs la publicité, rien ne nous obligeant à faire part aux étrangers du résultat de nos recherches; mais nous avions cru néanmoins prudent de prendre date, en déposant, le 29 avril 1872, au Secrétariat de l'Académie, un pli cacheté contenant un exposé sommaire des expériences faites et des résultats obtenus pendant la guerre.

» Un numéro du Recueil intitulé : *Giornale del Genio militare,* récemment paru, est venu nous prouver que nous avions eu raison de prendre cette précaution. Ce journal contient, en effet, un Mémoire étendu et intéressant sur la télégraphie optique à laquelle le Comité du Génie italien paraît s'être beaucoup intéressé depuis quelques années.

» Nous sommes persuadé que ce Mémoire a été rédigé avec une entière bonne foi, mais les méthodes d'observation et les résultats qui y sont annoncés présentent une telle analogie avec les nôtres que, en gardant plus longtemps le silence, nous nous exposerions à passer plus tard pour des imitateurs, alors que nous avons réellement imaginé et improvisé, en quelques semaines, un système que nous continuons à perfectionner, mais qui,

---

(1) Cette Commission était composée de MM. Brion, Hioux, Lissajous, Malot et Maurat. M. Cornu lui fut adjoint dans le courant d'octobre.

tel qu'il était à la fin de 1870, pouvait supporter avantageusement la comparaison avec l'appareil italien actuel.

» D'ailleurs, bien que les expériences dont il est rendu compte dans le *Giornale del Genio militare*, aient été ordonnées dès 1869 par le Comité du Génie italien, elles n'ont été, de l'aveu de l'auteur, terminées qu'en 1871, et le Mémoire qui vient de paraître est daté du 29 septembre 1872. Or les appareils décrits dans le Mémoire que nous avons déposé le 27 avril 1872 ont été construits à Paris en septembre, octobre et novembre 1870, et les expériences dont nous faisons connaître les résultats, commencées en septembre 1870, ont été terminées en février 1871.

» Le droit de la Commission, celui de M. le professeur Maurat surtout, qui a fait les premiers essais, sinon à une invention, du moins à la réalisation d'une idée utile et féconde, ne saurait donc être contesté, grâce à la garantie offerte par l'Académie des Sciences. J'ai l'honneur de prier l'Académie de vouloir bien ouvrir, dans la prochaine séance, le pli cacheté inscrit sous le n° 2667, et d'en faire connaître le contenu au public. »

Ce pli est ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel, qui donne lecture des passages suivants :

« Depuis l'invention de *l'héliotrope* par le célèbre Gauss, les géodésiens ont à leur » disposition un moyen de correspondance d'une grande simplicité et d'une portée qui » n'est limitée que par la courbure de la Terre....

» Le mode de correspondance à l'aide des héliotropes, si simple de jour et par un ciel dé» couvert, est malheureusement d'un emploi très-limité, puisqu'il exige la présence du Soleil.

» Pour correspondre par les temps couverts et même pendant la nuit, il a fallu recourir » à des systèmes optiques plus ou moins puissants et à des lumières artificielles d'une in» tensité assez grande pour rester visibles à des distances qui peuvent atteindre et dépasser » 50 kilomètres. Les astronomes emploient depuis un certain nombre d'années, sous le nom » de *collimateurs*, un dispositif de lunettes qui se prête parfaitement à la solution du pro» blème dont il s'agit.

» Avant d'exposer le principe sur lequel repose l'emploi des collimateurs, nous devons » dire immédiatement que M. le professeur Maurat, qui a réalisé les premiers essais faits » à Paris pour établir une télégraphie optique, a imaginé spontanément le système que » nous allons décrire....

» *Principe de l'appareil.* Considérons deux lunettes ab, $a'b'$, dirigées l'une sur l'autre » de telle sorte que leurs axes optiques coïncident sensiblement... Au delà de la lunette $a'b'$, » un peu en arrière et tout près de son oculaire, plaçons une lumière, la flamme d'une » bougie, par exemple; si la distance n'est pas trop grande et qu'un observateur regarde » à travers la lunette ab, il apercevra cette lumière ou plutôt l'image de la flamme comme » un point brillant. Si la distance des deux lunettes augmentait, il deviendrait nécessaire » d'augmenter aussi l'intensité de la source lumineuse ou l'ouverture des objectifs des lu-

» nettes. Plus généralement, il est évident que l'éclat de l'image perçue à travers la lunette » *ab* dépendra à la fois :

» 1° De l'intensité de la source lumineuse;

» 2° De la distance qui sépare les deux lunettes;

» 3° De l'ouverture des objectifs de ces deux lunettes;

» 4° Enfin de l'état de l'atmosphère.

» Les expériences multipliées faites à Paris en septembre, octobre et novembre ont eu » pour objet de déterminer avec soin les meilleures conditions de construction et d'installa- » tion des appareils ainsi que la nature des sources lumineuses à adopter selon les circons- » tances, c'est-à-dire selon que les distances sont plus ou moins considérables, l'atmosphère » plus ou moins chargée de vapeurs, de jour et de nuit. Il est à peine nécessaire d'ajouter » que, pour produire les éclipses et les réapparitions du signal lumineux, on n'a qu'à inter- » poser un petit écran au-devant de la lumière ou sur un point choisi du pinceau lumineux » et à le retirer alternativement. On conçoit facilement comment les mouvements de cet » écran peuvent être guidés et réglés en l'adaptant au bras du levier du manipulateur Morse.

» En employant le même alphabet conventionnel, on pouvait donc espérer aussi que l'on » obtiendrait à peu près la même rapidité dans la transmission des dépêches qu'avec la télé- » graphie électrique. Il résulte encore de cette identité de l'organe essentiel de la transmis- » sion, que toutes les personnes exercées peuvent passer de l'un des systèmes à l'autre après » un exercice de quelques heures au plus. C'est, d'ailleurs, ce que l'expérience a dé- montré....

» L'un des savants physiciens qui ont concouru à la création du nouveau système, » M. Brion, est parvenu à rendre les éclipses absolument invisibles, pour un observateur » non prévenu de la position exacte de la station télégraphique.... »

» Ici se trouve un historique de la création de la Commission, duquel est extrait seulement le passage suivant :

« Cette Commission, constituée par un ordre du Gouverneur de Paris, était autorisée à faire » construire les appareil nécessaires à ses expériences et à les installer partout où elle juge- » rait convenable, notamment dans les forts, ce qui lui permettrait de faire varier la portée » des appareils, de jour et de nuit, et d'atteindre le maximum de 20 kilomètres entre le » Mont-Valérien et le fort de Nogent. »

» Vient ensuite la description des différents modèles d'appareils, accompagnée de dessins très-détaillés et qu'il eût été impossible de reproduire dans les *Comptes rendus*.

» Les expériences de la Commission avaient été entreprises pour tenter de mettre Paris en communication avec la province, et il était convenu que deux de ses membres partiraient en ballon pour aller s'installer, si cela était possible, au delà des lignes d'investissement. Voici ce que le Mémoire de M. Laussedat contient à ce sujet :

« Les expériences étaient terminées et les préparatifs de départ pouvaient être faits dès

» les premiers jours de novembre.... Des retards tout à fait indépendants de la volonté des » deux membres désignés s'opposèrent pendant près d'un mois à leur départ. Enfin le 1er dé- » cembre, le lendemain de la première affaire de Champigny, M. Mercadier, directeur » général par intérim de l'administration des lignes télégraphiques ayant mis, avec une grande » obligeance, à la disposition de la Commission, le ballon la *Bataille de Paris*, MM. Hioux » et Lissajous purent s'embarquer avec un matériel soigneusement préparé et franchirent » heureusement les lignes prussiennes. Un rapport de M. Lissajous, annexé à cette Notice, » fait connaître en détail les services que MM. Hioux et Lissajous ont rendus ou essayé de » rendre en province, dans des circonstances qui devenaient de jour en jour plus difficiles. »

» M. Lissajous fait connaître dans ce Rapport, également contenu dans le pli cacheté, les essais indépendants faits en province, dans le Midi, par MM. Le Verrier et Crova, et à Tours par MM. Grammassini et Matagrin. Il y rend compte de la création d'une école de télégraphie optique à Bordeaux, sur les indications de son collègue, M. Hioux, et de la construction d'un matériel dans la composition duquel entraient des *verres non achromatiques d'un grand diamètre*, fort avantageux au point de vue de l'économie.

» Enfin il fait connaître les résultats obtenus à l'armée du général Chanzy par MM. Hioux et Grammassini.

« M. l'inspecteur Tamisier, chef du service télégraphique à la deuxième armée, dit-il, » profita de nos appareils pour relier une des divisions avec le quartier général établi à » Laval. M. Hioux installa une station à Laval même, au bureau télégraphique provisoire » situé rue du Bel-Air. M. Grammassini alla installer la station correspondante à la ferme » du Grand-Guérouli, située aux avant-postes, à proximité de la division du général de » Curten. La distance des deux stations était de 5 kilomètres en ligne directe. La corres- » pondance fut établie de jour, par un soleil des plus vifs. La réussite fut complète. »

» Dans un Rapport supplémentaire, à la date du 22 mars 1871, M. Lissajous rend compte, en outre, des expériences faites à Poitiers après la conclusion de l'armistice.

« Les premières expériences se firent le 4 mars. L'une des stations était à la préfecture, » l'autre à Saint-Georges, à 12 kilomètres. On se servait de deux appareils à prismes (ob- » jectifs de 6 pouces d'ouverture). L'installation fut rapide; M. Baudot se servit d'une » boussole et d'une carte du pays pour déterminer sa position. La correspondance se fit de » jour et de nuit, à l'aide d'une simple lampe à pétrole.

» Le lendemain, 5 mars, M. Baudot, *sans prévenir M. Grammassini*, se transporta à » Beaumont, à 22 kilomètres de Poitiers. Il s'installa en plein champ à $8^h 10^m$ du soir. A » $8^h 30^m$ la correspondance était établie. La station de Poitiers avait retrouvé promptement » la station extérieure.

» Le 10 mars, M. Baudot se transporta à Champagné-Saint-Hilaire, à 37 kilomètres de » Poitiers, à l'angle de la promenade de Blossac. Il faisait très-beau soleil; chaque station » était pourvue d'un miroir plan. On s'en servait pour envoyer le soleil par réflexion dans

» l'appareil, et la correspondance se fit ainsi de jour. La nuit venue, on employa la lampe » à pétrole. La lecture des signaux se faisait à l'œil nu, à cette distance de 37 kilomètres.

» Ces expériences ont eu lieu sous les yeux de M. Morin, inspecteur des télégraphes à » Poitiers, et de M. Tamisier, inspecteur télégraphique de la deuxième armée. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Sur les propriétés nutritives et lactigènes du* Galega officinalis. Mémoire de M. **Gillet-Damitte.** (Extrait par l'Auteur.)

(Commissaires : MM. Cl. Bernard, Bouillaud, Duchartre.)

« L'Auteur indique d'abord le rendement agricole de la plante comme fourrage, sa vigueur et sa valeur nutritive, qui est, de 33 pour 100, supérieure au foin de pré prototype. Il cite des détails d'expériences tendant à prouver que le bétail accepte ou s'habitue à accepter ce fourrage pour sa nourriture; d'une analyse du *Galega* sec, opérée par M. Gaucheron, professeur de Chimie agricole à Orléans, et des données de Springel sur les principes constitutifs du lait de vache, il conclut que, le *Galega* contenant tous les éléments propres à former de bon lait, cette plante doit être lactigène.

» Il indique diverses expériences, faites sur des vaches nourries exclusivement de *Galega*. En vingt-quatre heures, ces vaches ont donné, les unes, 33 pour 100 de lait de plus que des vaches nourries d'herbes de même poids; les autres, environ 50 pour 100 en plus.

» L'Auteur indique enfin les résultats obtenus par l'administration du *Galega*, soit à l'état naturel, en salade, soit à l'état de sirop, à des nourrices dont le lait commençait à tarir. »

M. **Bourgeois** adresse un certain nombre d'observations, faites pendant le siége de Paris ou à la suite du siége, et tendant à confirmer l'efficacité du sirop de *Galega* comme lactigène, et la possibilité de l'emploi du *Galega* comme plante fourragère. Ces diverses observations ont été faites d'après les instructions de M. Gillet-Damitte.

(Renvoi à la même Commission.)

M. **Merget** adresse une Note complémentaire à sa Communication sur l'emploi des gaz comme révélateurs. L'auteur fait remarquer que M. *Renault*, dans l'intérêt duquel M. Balard avait fait une réclamation (et non pas *Raoult*, comme on l'a imprimé par erreur en note, t. LXXVI, p. 1471) ne s'est point occupé de la réduction des sels de platine par l'hydrogène, mais bien de la réduction des sels d'argent. Que les sels d'argent soient réductibles par l'hydrogène *pur*, ou qu'il faille attribuer l'action aux gaz étran-

gers que l'hydrogène contient, c'est ce que M. Merget ne veut pas examiner; mais il maintient ses assertions relativement aux sels de platine, qui sont parfaitement réductibles par l'hydrogène pur, comme Brunner l'affirme, et comme ses propres expériences tendent à le confirmer.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **Chataing** adresse, par l'entremise de M. le Ministre de l'Instruction publique, une Lettre relative à ses appareils d'aérostation.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

M. T. **Héna** adresse une nouvelle Note relative à des coprolithes trouvés dans les terrains quaternaires des environs de Saint-Brieuc.

(Commissaires : MM. Delafosse, Daubrée, Des Cloizeaux.)

M. J.-A. **Le Coz** adresse une Note relative à ces mêmes fossiles, qu'il croit être formés par un dépôt de carbonate de chaux dans le moule de racines d'arbres.

(Renvoi à la même Commission.)

M. **Blandin** adresse une Lettre relative à sa précédente Communication sur le Martinet noir ou de muraille.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **Dezautières** adresse une Lettre relative à sa précédente Note sur une averse de grêle.

(Renvoi à la Section de Physique.)

M. J. **Dusart** adresse un Mémoire sur une machine à vapeur à rotation.

(Commissaires : MM. Morin, Rolland, Tresca.)

M. **Bertrand** adresse, comme complément à son travail pour le Concours de Statistique, un Atlas de Géographie et Statistique médicales de la France. Cet Atlas est transmis à l'Académie par M. Larrey.

(Renvoi à la Commission.)

M. A. **Brachet** adresse une Note sur des modifications à apporter aux télescopes.

(Renvoi à la Commission du legs Trémont.)

M. C. **Morello** adresse une Note relative à la vie de la matière.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **Romain d'Olizar** adresse une Note relative à une machine nouvelle de son invention.

(Cette Note sera soumise à l'examen de M. Tresca.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les « Observations faites dans les stations astronomiques suisses, par M. *E. Plantamour.* »

M. le **Secrétaire perpétuel** appelle l'attention de l'Académie sur l'envoi qui lui a été fait par M. *Th. du Moncel*, de la collection des Ouvrages publiés par lui sur l'Électricité et sur la Télégraphie électrique.

(*Voir* la mention de ces Ouvrages au *Bulletin bibliographique*.)

ASTRONOMIE. — *Sur la constitution du Soleil et la théorie des taches;* par M. E. **Vicaire**.

« Les produits non gazeux de la combustion, après avoir flotté quelque temps dans la photosphère, retombent dans le noyau central lorsqu'ils se sont suffisamment agglomérés. Quand, grâce à des circonstances favorables, les masses qu'ils forment sont assez considérables pour descendre violemment et sans se refroidir, elles déterminent la formation des taches et des protubérances. Au contact de ces masses, en effet, une grande quantité de chaleur se trouve appliquée brusquement à un liquide déjà bouillant; de là une violente explosion, analogue à celle qu'on obtient en projetant du plomb fondu dans de l'eau bouillante. Il ne semble même pas difficile de distinguer les trois cas auxquels doivent correspondre les trois ordres principaux de phénomènes éruptifs que l'on observe à la surface du Soleil.

» Une masse à la fois volumineuse et dense, pénétrant profondément dans le noyau, déterminera une ébullition violente, mais courte, et, l'effet purement mécanique du choc venant s'y ajouter, il se produira une de ces

brusques projections de matières, peut-être encore en partie liquides, que l'on observe de temps à autre.

» Une masse moins considérable et surtout peu dense donnera une protubérance plus ou moins vive, plus ou moins durable.

» Enfin une masse très-considérable, mais de nature à flotter sur le noyau, donnera une tache. Les vapeurs produites sous cette scorie flottante, se dégageant à la périphérie, y produisent une ceinture de protubérances et de facules. Le long de la nappe évasée qu'elles forment, la combustion s'effectue vivement, sans séparation de carbone solide, comme à la base de la flamme d'un bec de gaz. C'est ce qui produit la pénombre; mais les oxydes fixes continuent à s'y former; c'est pourquoi les jets enflammés qui s'allongent contre les parois de la cavité ne sont pas complétement obscurs; ils sont seulement amaigris par l'absence de carbone solide.

Au-dessus de la photosphère, les jets gazeux sont rabattus en arrière par suite du mouvement relatif de l'atmosphère. De là la dissymétrie habituelle des facules; de là ces *queues* que présentent certaines taches toujours en arrière. De là une agitation de la photosphère qui, laissant apercevoir çà et là un noyau obscur, forme une série de petites taches dans le sillage de la grande. C'est une première cause de la formation de groupes allongés suivant les parallèles.

» On peut réaliser des conditions analogues dans une expérience de laboratoire. Le moyen le plus simple est de lancer, dans la flamme plate d'un bec de gaz à fente, et perpendiculairement au plan de cette flamme, un jet de gaz de forme arrondie. En augmentant ou en diminuant la pression de ce dernier jet, on obtient à volonté une facule ou une tache; mais, pour obtenir une représentation plus parfaite, il faut d'abord se procurer une nappe lumineuse simple, en faisant arriver le jet du bec fendu sous le bord d'un creuset de terre couché horizontalement : le creuset se remplit de gaz et la nappe lumineuse en ferme l'entrée. Un tube qui traverse le fond du creuset amène un jet de gaz normal, et l'on écrase ce jet au moyen d'un petit disque métallique un peu irrégulier, qui représente le noyau de la tache.

» Des îles flottantes de scories, dont le diamètre égale plusieurs fois la profondeur des taches, ne peuvent pas tomber toutes formées du haut de la photosphère; mais il n'y a aucune difficulté à comprendre qu'elles se forment sur place par l'agglomération de blocs tombant en pluie dans une même région. Le phénomène de caléfaction qui se produit nécessairement au-dessous d'elles leur permet de flotter plus facilement, et, pour peu qu'elles aient une structure bulleuse et scoriacée, on comprend qu'elles

surnagent, même avec une densité propre bien supérieure à celle du liquide; mais, dès que la masse est assez refroidie pour être mouillée, une dernière explosion se produit, la scorie est submergée et la tache disparaît.

» Les nuages détachés que l'on voit souvent au bord du Soleil peuvent être de simples bouffées de gaz combustibles; mais je crois qu'ils sont dus habituellement à des jets gazeux qui, lancés avec une grande vitesse, ne s'enflamment qu'à une certaine distance de leur origine. Pareil effet s'observe à chaque instant dans un feu de bois ou de houille, et récemment M. Benevides a montré qu'il se produit toujours lorsqu'on allume dans l'air un jet de gaz d'éclairage un peu fortement comprimé.

» Les vitesses énormes avec lesquelles s'élèvent les protubérances s'expliquent de la façon la plus simple par la présence de l'atmosphère. Si nous considérons une masse de gaz dont la densité soit le dixième de celle de l'atmosphère, la vitesse qu'elle acquerra sous l'action de la pesanteur solaire j, après un parcours h égal seulement au rayon terrestre, sera

$$v = \sqrt{(10-1)\,2jh} = \sqrt{9 \times 2 \times 9{,}81 \times 27{,}5 \times 6370000} = 176000 \text{ mètres.}$$

» Ainsi s'explique également le mouvement ascensionnel des queues des comètes.

» Quant aux protubérances qui semblent retomber comme des jets d'eau, suivant la comparaison du P. Secchi, cela pourrait tenir à la densité plus grande des matériaux qui les constituent; mais je pense que c'est le plus souvent un simple effet de perspective. Ce sont des jets qui, entraînés par l'atmosphère à peu près parallèlement à la surface du Soleil, passent d'un côté à l'autre du contour apparent de l'astre. Cet entraînement par l'atmosphère explique les formes couchées que présentent ordinairement les protubérances ailleurs qu'aux pôles.

» Les produits solides qui flottent dans la photosphère ne restent pas immobiles. Sous l'influence de la force centrifuge, ils se portent vers l'équateur, de même que, dans l'expérience élémentaire de Physique, les corps les plus denses sont ceux qui s'éloignent le plus de l'axe de rotation. Les taches sont, en effet, concentrées dans une zone peu étendue de part et d'autre de l'équateur. Toutefois il y aurait à expliquer pourquoi l'équateur lui-même en offre très-peu. Cela tient sans doute à des causes secondaires, telles que le remous produit, à partir de l'équateur, par les gaz que ces matériaux refoulent vers les pôles, et le mouvement général de l'équateur aux pôles, qui paraît exister à la base de l'atmosphère oxygénée, d'après les observations du P. Secchi sur la direction des protubérances. Enfin il est

à remarquer que le noyau liquide n'est pas nécessairement homogène; la force centrifuge peut aussi y déterminer une séparation par zones, qui influerait évidemment sur tous les phénomènes photosphériques.

» Les causes principales ou secondaires dont nous venons de parler, agissant de la même manière tout le long de chaque parallèle, donnent une seconde explication de la formation de groupes de taches disposés suivant ces cercles.

» D'autre part, il se peut que la distribution des taches et des protubérances soit influencée par une cause périodique, dont l'intervention a déjà été signalée comme fait d'observation, sans qu'on ait pu l'expliquer d'une manière satisfaisante : c'est l'action des planètes. On a calculé que cette action ne pourrait produire à la surface du Soleil que des marées absolument insignifiantes; mais il ne suit pas de là qu'elle ne puisse agir efficacement dans des cas où elle ne serait pas en lutte avec la pesanteur solaire; or c'est ce qui arrive lorsqu'il s'agit de déplacer des corps flottants, suivant des surfaces de niveau le long desquelles le travail de cette pesanteur est nul. Je trouve que l'action de Jupiter sur un corps placé à la surface du Soleil est environ $\frac{1}{13000}$ de la composante tangentielle de la force centrifuge à la latitude de 45 degrés, où cette composante atteint son maximum.

» Quant aux mouvements des taches, j'ai déjà exposé ailleurs les faits d'observation qui établissent un rapport très-net entre ces mouvements et les dégagements gazeux dont les taches sont le siége. Il n'est pas étonnant que les scories flottantes, sous lesquelles se forme incessamment un matelas de vapeurs, circulent aisément à la surface du liquide qui les porte, comme un globule de potassium sur l'eau. Si le mouvement a lieu toujours suivant les parallèles et dans le sens de la rotation, cela tient évidemment à ce que l'impulsion qui le produit se trouve orientée par le déplacement relatif de l'atmosphère, et voici, ce me semble, comment cela peut se faire. Les jets qui se dégagent tout autour du noyau scoriacé n'ont, par eux-mêmes, aucune tendance habituelle à le pousser d'un côté plutôt que de l'autre; mais l'atmosphère qui les rabat en arrière leur communique une obliquité générale dans le même sens : la réaction qu'ils produisent tend donc à pousser le corps flottant en sens contraire.

La vitesse communiquée à celui-ci doit augmenter, toutes choses égales d'ailleurs, avec l'obliquité, et par conséquent aller en croissant du pôle à l'équateur; mais ce corps, à son tour, doit entraîner le liquide qui le porte et y produire un courant dirigé suivant le parallèle. Ces courants régularisent les mouvements des taches et font que la vitesse de chacune

d'elles ne dépend pas absolument de l'intensité actuelle du dégagement gazeux dont elle est le siége. La vitesse du courant, à chaque latitude, dépend à la fois de l'obliquité moyenne des jets, à cette latitude, et du nombre des taches ou protubérances qui s'y produisent. C'est pourquoi, en définitive, la vitesse observée dans les taches semble diminuer un peu à l'équateur même, où ce nombre offre un minimum. On comprend, par la même raison, que la vitesse générale de rotation du Soleil puisse varier avec le temps, comme le nombre des taches. »

MÉTÉOROLOGIE SOLAIRE. — *Les cyclones du Soleil comparés à ceux de notre atmosphère.* Note de M. **H. Tarry.**

« L'Académie a reçu de nombreuses Communications sur les taches du Soleil, que M. Faye assimile à des cyclones, en tous points comparables à ceux qui bouleversent notre atmosphère.

» Cette théorie est combattue à la fois par les spectroscopistes italiens qui, s'en rapportant au témoignage de leurs yeux, déclarent que les taches sont dues à des mouvements ascendants et non descendants de vapeurs métalliques incandescentes, et par les mathématiciens qui, appliquant le calcul à cette question, établissent que l'effet produit est hors de proportion avec la cause. Je m'attendais à ce qu'un météorologiste plus autorisé que moi intervînt dans le débat pour l'éclaircir, en expliquant comment les choses se passent dans notre atmosphère, où les phénomènes sont plus facilement observables. Personne ne l'ayant fait, je demande à l'Académie la permission de faire une observation extrêmement simple, qui montrera que toute la discussion roule sur un *malentendu,* et qui aura peut-être pour résultat de mettre tout le monde d'accord, ce qui serait extrêmement désirable.

» M. Faye a présenté un tableau qui comprend, en regard les unes des autres, toutes les particularités des cyclones terrestres et solaires, en montrant leur complet parallélisme. La plus importante de ces propriétés, c'est que, dans les cyclones, il se produit un mouvement de rotation dirigé *de haut en bas.* C'est là le point de départ de la théorie de M. Faye. Le P. Secchi le combat, en ce qui concerne les cyclones solaires; je viens le combattre, à mon tour, en ce qui concerne les cyclones terrestres, dont je fais, depuis plusieurs années, une étude attentive.

» Dans les cyclones qui bouleversent notre atmosphère, le mouvement d'aspiration rotatoire se produit *de bas en haut* et non de haut en bas; l'ob-

servation, l'analogie et le calcul sont d'accord pour rendre ce fait incontestable, et je suis surpris que M. Faye ait affirmé le contraire, sans même le discuter.

» Les mouvements tourbillonnants auxquels on donne le nom de cyclones ne sont que de vastes trombes, dont le diamètre est de plusieurs centaines de kilomètres. Or, dans les trombes, ne sait-on pas que la force aspirante dévastatrice est dirigée de bas en haut, à tel point qu'elle soulève les toits, déracine les arbres, aspire et dessèche les étangs?

» Se figure-t-on une trombe, passant sur une surface liquide et déprimant cette surface, par suite d'une poussée qui ferait pénétrer l'air au sein des eaux pour le faire ressortir en bulles gazeuses, tout autour de l'*entonnoir* qu'elle aurait ainsi formé? C'est là le phénomène que M. Faye déclare se produire sur le Soleil. Rien de pareil n'existe dans les cyclones terrestres. L'eau est, au contraire, soulevée; la surface de la mer s'élève de plusieurs mètres et produit ces terribles inondations qui ravagent nos colonies et viennent s'ajouter aux désastres causés par la violence du vent.

» Maury, le créateur de la Météorologie dynamique ne s'y est pas trompé et voici comment il s'exprime dans le Chapitre des tempêtes de son magnifique ouvrage des *Sailing Directions*:

« C'est au centre de l'ouragan qu'on observe le minimum barométrique. Il se fait là un vide considérable, accru encore par l'effet de la force centrifuge, résultant du mouvement gyratoire, et une force considérable d'*aspiration*, comme dans les trombes, y produit les effets les plus désastreux. La crête des lames est emportée dans l'espace et une pluie salée retombe de toutes parts. *L'eau en masse obéit à cette force ascensionnelle et le niveau de la mer s'élève, formant comme une marée locale qui suit la tempête dans sa course* (1). »

» De même, lorsqu'un cyclone passe sur le Sahara, il soulève, en vertu de la même force tourbillonnante ascensionnelle, les sables du désert, jusqu'aux régions les plus élevées de l'atmosphère, d'où on les voit retomber, plusieurs jours après, sur la Méditerranée et le sud de l'Europe.

» C'est en m'appuyant sur ce fait que j'ai présenté à l'Académie, il y a trois ans (2), une théorie complète de ce phénomène des *pluies de sable*, qui s'est depuis vérifiée un très-grand nombre de fois, à tel point que j'ai pu prédire ces pluies de sable plusieurs jours à l'avance.

» Si la force tourbillonnante était dirigée de haut en bas, ce phénomène périodique deviendrait inexplicable; il est probable, en outre, qu'il s'exer-

---

(1) *Sailing Directions*, traduction de M. Charles Ploix, chap. VII, p. 85.

(2) *Comptes rendus*, séances des 9 mai et 20 juin 1870.

cerait une sorte de poussée sur la cuvette du baromètre, par suite de la composante verticale dirigée de haut en bas, et les énormes dépressions barométriques, produites précisément parce que cette composante est dirigée de bas en haut, s'expliqueraient moins facilement.

» D'ailleurs la question a été soumise au calcul et a été résolue dans le sens que j'indique. Dans un Mémoire remarquable sur la théorie mécanique des tempêtes, inséré en 1867 dans le *Bulletin de l'Association scientifique* et dans l'*Atlas des orages*, M. Peslin, ingénieur à Tarbes, combat, par les raisons suivantes, l'opinion que M. Faye prend pour base de son argumentation :

» Afin de conserver sa force vive, le tourbillon qui, dans sa marche, déploie une force mécanique sans cesse renaissante, a besoin de s'alimenter d'air nouveau, qu'il emprunte aux parties de l'atmosphère qui entrent successivement dans son cercle d'action en vertu de son mouvement de translation; il doit aspirer l'air d'un côté et le rejeter dans l'atmosphère libre de l'autre. Si c'est l'air des régions supérieures qu'il aspire, comme il se trouve soumis à des pressions graduellement croissantes dans son mouvement descendant, sa température devra s'élever, et le calcul montre, en tenant compte de la vapeur d'eau qu'il contient, que cette élévation ne saurait être inférieure à 1 degré par 101 ou 102 mètres de hauteur verticale parcourue dans son mouvement descendant. Or jamais, dans l'atmosphère terrestre, nous ne trouvons une loi aussi rapide de variation des températures. L'air appelé par le cyclone des hautes régions de l'atmosphère serait donc, à chaque instant, non pas plus froid, mais plus chaud que les couches successives de l'atmosphère qu'il traverse. Il ne pourrait donc, en se mêlant à l'air des couches moyennes, précipiter sous forme de pluie la vapeur d'eau dont elles sont chargées. Or l'observation constate, au contraire, que le passage des cyclones est marqué sur terre par des pluies générales et diluviennes, qui sont une cause fréquente d'inondations, ainsi que j'en ai cité de nombreux exemples (1).

» L'opinion soutenue par M. Faye que, dans les cyclones terrestres, le mouvement tourbillonnant est dirigé de haut en bas, qu'il y a engouffrement et non aspiration, est donc une erreur qui doit être bannie de la science. C'est cependant sur cette erreur que s'appuie la théorie des cyclones solaires et de la circulation de l'hydrogène à la surface du Soleil.

» Cette théorie doit-elle être abandonnée? Nullement : j'en suis un

(1) *De la prédiction du mouvement des tempêtes.* (*Revue maritime et coloniale, mars* 1873).

partisan très-convaincu et j'espère donner ainsi à son illustre auteur le moyen de l'établir sur des fondements plus solides. Qui ne voit que, en admettant la même loi pour les cyclones solaires que pour les cyclones terrestres, tout s'explique avec une merveilleuse facilité?

» D'abord les objections des spectroscopistes italiens tombent, la théorie se mettant d'accord avec les faits; ensuite ce mouvement si compliqué de la circulation souterraine de l'hydrogène solaire devient d'une extrême simplicité, et l'on voit une analogie frappante entre la manière dont s'accomplissent les phénomènes analogues sur le Soleil et sur la Terre.

» Sur terre, l'action calorifique du Soleil produit l'évaporation des mers : la vapeur d'eau, aspirée et enlevée jusqu'aux hautes régions de l'atmosphère, s'y condense, forme les nuages et la pluie qui vient répartir l'eau sur les continents et entretenir la végétation. Lorsqu'un cyclone se produit, ce phénomène d'aspiration et de condensation de la vapeur d'eau, au contact de la basse température des régions supérieures de l'atmosphère, prend des proportions énormes, et, vus du Soleil, nos cyclones sembleraient des taches interceptant la vue de la surface de la Terre.

» Sur le Soleil, l'inégalité de vitesse des différents parallèles engendre les cyclones qui aspirent et rejettent au dehors, d'abord l'hydrogène, puis les matériaux plus denses qu'ils vont puiser à une plus grande profondeur; de là cette distinction, faite par le P. Secchi, de deux sortes de protubérances bien distinctes. Parvenues à l'extrémité de leur course, les vapeurs métalliques entraînées aux hauteurs prodigieuses où nous les montre le spectroscope se condensent au contact de régions plus froides et retombent en gouttes liquides à l'intérieur; c'est ce qui produit les taches. En effet le spectre est direct dans les éruptions ou protubérances, et renversé dans les taches.

» On s'explique ainsi pourquoi les protubérances composées d'hydrogène et de la matière subtile qui produit la raie D_3 ne produisent pas de taches; tandis que les protubérances composées de vapeurs métalliques sont toujours suivies de taches, à tel point que, d'après l'apparition des unes, le P. Secchi a pu prédire avec certitude l'apparition des autres (1).

» Tous les faits, en un mot, sur lesquels s'appuient les spectroscopistes

(1) *Memoria del P. A. Secchi intorno alla connessione delle macchie colle protuberanze solari.* (*Bullettino meteorologico dell' Osservatorio del Collegio romano*, février et mars 1873).

italiens pour réfuter la théorie de M. Faye, deviennent au contraire des arguments en sa faveur, si l'on y fait la seule modification de *changer deux mots de place.* »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un nouvel isomère de l'acide valérianique;* par MM. C. **Friedel** et **R.-D. Silva**, présenté par M. Berthelot.

« Dans une précédente Communication (1), après avoir fait connaître l'alcool *pinacolique*, dérivé de la pinacoline par hydrogénation, nous avons annoncé que l'oxydation de cet alcool régénère la pinacoline, et que cette dernière, elle-même, oxydée à l'aide du bichromate de potasse et de l'acide sulfurique, fournit un acide isomérique avec l'acide valérianique.

» Nous avons poursuivi depuis avec soin l'étude de cet acide, que nous appellerons *pivalique*, pour rappeler à la fois son origine et l'isomérie qu'il présente avec l'acide valérianique; si cette étude ne peut pas encore être considérée comme terminée, à cause des questions nombreuses et intéressantes qui s'y rattachent, elle est arrivée pourtant à un point où nous pensons qu'elle mérite de fixer l'attention de l'Académie.

» Lorsqu'on ajoute de la pinacoline à un mélange d'acide sulfurique étendu d'un peu moins de son poids d'eau et de bichromate de potasse, on voit la réaction s'établir seule ou avec l'aide d'une douce chaleur; elle est fort régulière et accompagnée d'un dégagement continu d'acide carbonique; pour la terminer, il faut chauffer légèrement jusqu'à ce qu'il se produise des soubresauts. On ajoute alors, après refroidissement du mélange, une nouvelle quantité d'acide sulfurique, pour détruire un composé chromique soluble dans l'éther qui nage à la surface sous la forme d'une mousse verte, puis on soumet à la distillation.

» Il passe, avec une certaine quantité d'eau, un liquide huileux, ayant une légère odeur butyrique ou valérianique, qui se concrète souvent par le refroidissement. On distille aussi longtemps que le produit présente une réaction acide, puis on sature par le carbonate de soude, qui dissout avec effervescence le liquide huileux. On évapore à sec, on reprend par l'alcool à 95 degrés pour séparer le carbonate de soude en excès, et par évaporation de la solution alcoolique, on obtient le sel de soude du nouvel acide, sous la forme de lames cristallines faiblement nacrées.

» Ce sel de soude, dissous dans un peu d'eau, décomposé par l'acide

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXXVI, p. 226.

sulfurique et distillé, fournit l'acide à l'état de pureté; pour l'avoir sec, il suffit de décanter les parties huileuses plus légères que l'eau et de les mettre en contact avec du chlorure de calcium fondu, puis de les distiller. On met à part ce qui passe avant 161 degrés et qui renferme encore un peu d'eau. La partie, bouillant de 161 à 165 degrés, constitue l'acide à l'état de pureté presque complète; dans une nouvelle distillation, on peut très-bien ne recueillir l'acide qu'à son point d'ébullition exact, 163 degrés. L'acide ainsi obtenu cristallisait à 27 degrés; au moyen d'un grand nombre de fusions partielles avec décantation des premières parties fondues, nous sommes arrivés à élever légèrement ce point de cristallisation que nous avons trouvé alors à 30 degrés.

» Nous avons prêté une attention particulière à ces déterminations, à cause de la grande ressemblance que présente l'acide pivalique avec l'acide *triméthylacétique* de M. Boutlerow (1). Ce chimiste éminent n'hésite pas à considérer son acide comme identique avec le nôtre, malgré leur diversité d'origine.

» M. Boutlerow a trouvé, pour le point de fusion de son acide, 34 à 35 degrés, et, pour son point d'ébullition, 161 degrés. Il a décrit de plus un sel de baryte en fines aiguilles groupées en étoiles, qui renferme $(C^5H^9O^2)^2Ba + 5H^2O$. On verra plus loin que le pivalate de baryte renferme la même quantité d'eau. L'identité des deux acides semble donc assez probable. Néanmoins, dans ces questions délicates d'isomérie, qui prennent chaque jour une importance plus grande, il n'est pas permis de se contenter de ressemblances approchées : il faut arriver à une identité de caractères complète; c'est ce que nous avons cherché à faire en desséchant, comme M. Boutlerow, notre acide avec l'air phosphorique anhydre. Cette opération n'a pas eu pour résultat d'en élever le point de fusion, mais plutôt de l'abaisser un peu. Si donc ce point de fusion est abaissé par une petite quantité de matière étrangère, cette matière ne peut être l'eau. Peut-être y a-t-il des traces, insensibles à l'analyse, d'acide acétique; en effet, en prenant, après plusieurs distillations, les toutes premières parties passées et en les transformant en sel d'argent, on y trouve un peu plus d'argent qu'il n'en faut pour le pivalate.

» L'acide s'obtient toujours à l'état cristallisé, jamais à l'état vitreux, que paraît présenter partiellement l'acide triméthylacétique. Les cristaux en se formant s'agrégent en dendrites tout à fait analogues à celles du sel

(1) *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, t. V, p. 478.

ammoniac; peu à peu la masse cristalline devient grenue; les grains grossissent avec le temps et le tout prend un aspect oolithique; parfois on peut y reconnaître des formes octaédriques. Les cristaux appartiennent au type cubique, car ils n'agissent pas sur la lumière polarisée.

» L'acide est soluble dans 46 fois son poids d'eau à la température de 20 degrés. La solubilité croît assez rapidement avec la température pour que les solutions chaudes se troublent par le refroidissement. En se dissolvant, l'acide, comme ses sels, subit des mouvements analogues à ceux du camphre et des butyrates.

» Le sel d'argent s'obtient en petites lames cristallines quand on précipite un pivalate par l'azotate d'argent.

» Le sel de soude cristallisé dans l'eau renferme $C^5H^9O^2Na + 2H^2O$; il perd toute son eau dans l'air sec. Il fond, comme le sel de potasse, en une masse feuilletée ressemblant aux acétates. Le pivalate de potasse est déliquescent.

» Ces sels sont facilement décomposables par l'acide acétique avec mise en liberté d'acide pivalique; c'est ce qui n'a lieu ni pour les butyrates ni pour les valérates.

» Le sel de cuivre est presque insoluble dans l'eau ; il faut plus de 500 parties d'eau pour le dissoudre ; on l'obtient sous la forme d'un précipité cristallin et lourd d'un joli vert en traitant un pivalate par le sulfate de cuivre. Il se transforme facilement en sel basique; lorsqu'on fait évaporer sa dissolution, ce n'est pas le sel lui-même qu'on obtient, mais un sous-sel en jolies écailles bleues. Le lavage avec une grande quantité d'eau suffit pour le transformer partiellement en sel basique; on l'obtient pur en le précipitant en solution peu étendue et légèrement acidulée par l'acide pivalique ; il renferme alors $(C^5H^9O^2)^2Cu + H^2O$. L'eau s'en va facilement à 100 degrés et dans le vide sec. Lorsque le sel de cuivre est mélangé de sel basique, on peut le purifier par dissolution dans l'alcool à 95 degrés, dans lequel il est très-soluble, de même que dans l'éther, tandis que le sous-sel ne l'est pas. Il cristallise de l'alcool en jolis prismes d'un vert foncé bleuâtre, qui renferment à la fois de l'alcool et de l'eau de cristallisation : ils paraissent contenir $(C^5H^9O^2)Cu + H^2O + \frac{1}{2}C^2H^6O$. L'alcool se dégage assez rapidement à l'air pour que sa détermination et la mesure des cristaux soient fort difficiles. Les cristaux paraissent appartenir au type orthorhombique.

» Le sel de cuivre cristallisé ou sec présente une particularité curieuse, c'est celle de se décomposer, lorsqu'on le chauffe doucement, en émettant

une fumée blanche qui se réunit au-dessus de l'essai en une masse cotonneuse très-légère de fibres non cristallines, semblant avoir été passées à la filière. Elles ne sont pas volatiles et un nouveau chauffage les décompose; elles sont formées d'un sel cuivreux se dissolvant dans l'ammoniaque, sans la colorer d'abord et se colorant ensuite à l'air. L'acétate de cuivre présente un phénomène analogue, mais beaucoup moins marqué.

» Le sel de baryte obtenu en saturant l'acide par l'hydrate de baryte est fort soluble dans l'eau et cristallise en aiguilles soyeuses renfermant $(C^5H^9O^2)^2Ba + 5H^2O$; le sel de chaux est également soluble dans l'eau; il cristallise en fibres soyeuses et contient $(C^5H^9O)^2Ca + 4H^2O$.

» En faisant agir l'iodure d'éthyle à 140 degrés sur le pivalate de soude, nous avons obtenu le pivalate d''éthyle; c'est un liquide limpide, d'une très-agréable odeur, bouillant à 118°,5 et renfermant $C^5H^9O^2.C^2H^5$. Sa densité est de 0,8773 à zéro, et de 0,8535 à 25 degrés.

» La distillation du pivalate de chaux mélangé avec le formiate a donné une petite quantité d'un liquide d'odeur aldéhydique bouillant vers 90 degrés et qui a régénéré par oxydation l'acide pivalique.

» Si maintenant nous nous demandons quelle peut être la constitution de l'acide pivalique, il est naturel de remonter à la pinacoline qui lui a donné naissance; cette dernière est une sorte d'oxyde d'éthylène dérivé de la pinacone :

I.	II.	III.
$(CH^3)^2COH$ | $(CH^3)^2COH$	$(CH^3)^2C\diagdown$ | O $(CH^3)^2C\diagup$	$(CH^3)^2C\diagdown$ | O $CH^3C\diagup OH$
Pinacone.	Pinacoline.	Acide pivalique.

» Une oxydation tout à fait régulière enlève CH^3 à la pinacoline et y introduit OH; les quantités obtenues sont presque celles qu'indique la théorie; il semble donc naturel d'assigner à l'acide la formule III. On voit que ce symbole ne renferme pas le groupe CO^2H, qui a été regardé jusqu'ici comme caractéristique de la fonction acide; mais rien ne prouve qu'il ne puisse exister un groupe $(C^2O^2H)'''$ ayant la même fonction. Dans un travail récent et étendu sur l'acide lactique, M. Wislicenus admet l'existence d'acides ayant des formules analogues; antérieurement, M. Grimaux en a proposé une se rapprochant des précédentes pour l'acide benzylique. Si l'acide pivalique est reconnu différer de l'acide triméthylacétique, on sera conduit à admettre la formule III, par exclusion d'autres possibles. Dans le cas contraire, et la question sera maintenant facile à trancher à l'aide des caractères que nous avons donnés, nous ne pensons

pas, avec M. Boutlerow, qu'il y ait lieu de changer la formule de la pinacoline pour la mettre d'accord avec celle de l'acide. S'il y a une transposition moléculaire, c'est plutôt dans l'oxydation de la pinacoline que dans sa dérivation de la pinacone qu'elle doit avoir lieu. On connaît des exemples de transpositions pareilles, et récemment encore M. Hofmann en a donné un remarquable en montrant que l'oxydation des méthylanilines peut fournir des dérivés toluiques (1).

» Nous pensions que l'étude thermique de notre acide pourrait jeter du jour sur sa constitution. M. Berthelot a bien voulu faire les déterminations nécessaires; nous désirons lui en témoigner ici notre reconnaissance; mais les nombres obtenus n'ont rien d'assez particulier pour permettre de résoudre le problème dès maintenant. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Transformation de l'acide succinique en acide maléique.* Note de M. **E. Bourgoin**, présentée par M. Berthelot.

« M. Dessaignes a fait voir le premier que l'acide maléique, dans certains phénomènes de fermentation, pouvait se transformer en acide succinique; on sait que la même transformation s'opère, d'une manière analogue et plus régulière, sous l'influence de l'hydrogène :

$$C^8H^4O^8 + H^2 = C^8H^6O^8.$$

» J'ai observé la réaction inverse en étudiant l'action de la chaleur sur le succinate d'argent : une partie de ce sel se scinde très-nettement en argent et en acide maléique, d'après l'équation suivante :

$$C^8H^4Ag^2O^8 = Ag^2 + C^8H^4O^8.$$

» Voici comment il convient d'opérer. Le succinate sec d'argent est intimement mélangé avec trois fois environ son poids de sable fin; on introduit le mélange dans une cornue tubulée entourée de sable jusqu'à la naissance du col, puis on élève graduellement la température jusqu'à 180 degrés. Au-dessus de 100 degrés, des vapeurs se dégagent continuellement de la masse et se résolvent en deux parties : un liquide qui se condense en stries huileuses et que l'on recueille dans un petit récipient; des cristaux qui tapissent le dôme et le col de la cornue.

» 1° *Produit liquide.* — Il est faiblement coloré en jaune, exhale une

(1) *Berichte der deutschen chemischen Ges.*, t. VI, p. 352.

légère odeur empyreumatique, due à la présence de quelques traces de produits pyrogénés; sa saveur est acide, désagréable. Il constitue une dissolution aqueuse très-concentrée qui abandonne parfois des cristaux du jour au lendemain; en l'évaporant à sec, et en épuisant par l'éther, on obtient des cristaux incolores qui jouissent des propriétés suivantes :

» Ils fondent à 130 degrés. Leur saveur est acide, très-désagréable. Ils sont solubles dans l'eau, dans l'alcool et dans l'éther.

» Leur solution aqueuse donne avec l'eau de baryte concentrée un précipité soluble dans un excès d'acide, et qui ne tarde pas à se transformer en paillettes cristallines. Le nitrate d'argent est sans action, mais, si l'on sature au préalable par l'ammoniaque, on obtient un précipité abondant qui brûle facilement en donnant pour résidu de l'argent métallique (1).

» Tous ces caractères appartiennent à l'acide maléique.

» 2° *Cristaux*. — Les cristaux qui se condensent dans l'allonge sont de deux sortes : les premiers, que l'on rencontre de préférence dans la partie antérieure de l'allonge, se présentent sous forme d'aiguilles sublimées qui fondent à 130 degrés, comme l'acide maléique, dont ils possèdent, du reste, les propriétés; les seconds n'entrent en fusion qu'à 180 degrés, et présentent les caractères ordinaires de l'acide succinique.

» La régénération de l'acide succinique aux dépens du succinate d'argent a été signalée autrefois par Woehler dans des conditions un peu différentes, ce savant chauffant le sel à 100 degrés dans un courant d'hydrogène. On voit que la présence de ce gaz n'est pas indispensable à la reproduction de l'acide succinique.

» Le succinate d'argent fournit environ la dixième partie de son poids de produit, ce qui correspond à une transformation régulière égale au tiers de l'acide succinique employé.

» Il reste dans la cornue un charbon argentifère, pulvérulent, qui dégage d'abondantes vapeurs nitreuses quand on le traite par l'acide azotique. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Sur le mode de décomposition des corps explosifs, comparé aux phénomènes de la sursaturation;* par MM. **P. Champion** et **H. Pellet**, présenté par M. Berthelot.

« On désigne généralement sous le nom de *composés explosifs* des combinaisons ou des mélanges qui, sous des influences diverses, donnent nais-

(1) 0,315 a donné par combustion 0,204 d'argent. Pour la formule $C^8H^2Ag^2O^8$, la théorie indique 0,206.

sance à un volume de gaz dont la formation rapide provoque une explosion plus ou moins énergique. Dans certains cas, comme pour les poudres dont la poudre noire est le type, l'explosion provient de combinaisons entre les éléments qui la composent; dans d'autres, comme les substances de composition définie, tels que les éthers des alcools mono-atomiques et polyatomiques, les fulminates, les combinaisons de l'azote avec quelques métalloïdes, etc., l'explosion résulte de la séparation brusque des éléments.

» Cette définition paraît limitée à un nombre restreint de phénomènes et nous avons pensé que, pour distinguer entre eux les corps sous le rapport de leur rapide décomposition, la classification en *stables* et *instables* serait mieux appropriée à ce genre de phénomènes. A ce point de vue, on désignerait sous le nom d'instables des corps ou des composés dans lesquels l'équilibre rompu en un point, et sous des influences déterminées, provoquerait la décomposition immédiate de toute la masse, avec une vitesse et un dégagement de chaleur dépendant de la nature du corps et des influences auxquelles on le soumet. Un grand nombre de corps instables peuvent manifester leur changement d'état de différentes manières, soit par une décomposition rapide donnant lieu à une véritable détonation, soit par la séparation plus lente des éléments qui les composent.

» La dynamite et le coton-poudre, dont la décomposition peut s'effectuer avec ignition, flamme ou explosion violente, présentent un exemple frappant de ces faits (1). La dénomination que nous proposons pourrait d'ailleurs s'étendre aux modifications de l'état physique (2).

» De là à comparer l'état d'équilibre instable des composés explosifs à celui des solutions sursaturées, ainsi que l'a fait M. Gernez, il n'y a qu'un pas. Nous avons donc cherché à établir des rapprochements précis entre les phénomènes qui accompagnent les différents modes d'action des solutions sursaturées et des composés instables, parmi lesquels nous avons choisi la dynamite, en raison de la facilité avec laquelle elle se prête à des décompositions d'ordre différent.

» 1° On peut considérer les solutions sursaturées comme des combinai-

---

(1) Le coton-poudre tordu en fil de faible diamètre peut fuser à la manière de la dynamite.

(2) Les lames bataviques, dont on peut, dans cet ordre d'idées, rapprocher l'état d'instabilité de celui des composés explosifs, présentent des phénomènes analogues à ceux que nous venons de rappeler. Tandis qu'on peut déterminer le brisement rapide de toute la masse, suivi d'une légère explosion, en frottant légèrement les couches sensibles, mises à nu au moyen de la meule, d'un autre côté, ainsi que l'a démontré dernièrement M. de Luynes, on peut obtenir la désagrégation plus lente et sans explosion en attaquant progressivement la partie effilée, au moyen de l'acide fluorhydrique.

sons instables d'eau et de sel hydraté dans lesquelles la dissolution s'effectue au contact d'un cristal de même sel ou isomorphe (1).

» Le cristal représente l'amorce explosive sous l'influence de laquelle s'effectue la décomposition rapide de la nitroglycérine. En effet, tandis que quelques décigrammes de fulminate de mercure produisent l'explosion de la dynamite, l'iodure d'azote, en quantité suffisante pour donner lieu à un effet mécanique équivalent, est impuissant à déterminer l'explosion du même composé.

» 2° *Action de l'amorce.* — En présence d'une charge convenable de fulminate de mercure, la dynamite fait explosion, en quantité quelconque et quelle que soit la forme du récipient.

Un poids suffisant de sulfate de soude, à la température ordinaire, détermine la cristallisation du sulfate sursaturé (même dans les cas de désensibilisation que nous examinerons plus loin).

Le diamètre des tubes qui contiennent le sulfate de soude ainsi que la forme des récipients sont sans influence sur la vitesse de cristallisation (2).

Une solution sursaturée renfermée dans un tube plusieurs fois coudé et ayant une longueur de 48 centimètres a cristallisé dans le même temps qu'une semblable solution placée dans un tube droit de même longueur.

» Si l'amorce est insuffisante, la dynamite peut ne subir qu'une décomposition partielle et s'enflammer dans certains cas.

» De son côté, le sulfate de soude sursaturé présente des cristallisations différentes suivant le mode d'action de l'amorce. Les solutions sursaturées, cristallisant sous l'influence de particules de sulfate de soude contenu dans l'air, fournissent de longs cristaux aiguillés. Si, au contraire, on introduit dans la solution des cristaux volumineux de sulfate de soude, on obtient une cristallisation confuse et les cristaux paraissent en partie brisés (3).

---

(1) M. Gernez, dans une récente Communication, a répondu victorieusement aux théories ingénieuses, mais dénuées de fondement, basées sur le noyalisme. Nous ajouterons, à l'appui des faits indiqués par ce savant, que l'on peut à volonté rendre telle ou telle huile noyalique pour les solutions sursaturées de sulfate de soude, par une exposition suffisante dans une atmosphère chargée de particules de ce sel. D'ailleurs en élevant convenablement la température des corps gras, de manière à déshydrater le sulfate de soude qu'ils renferment, on les soustrait à cette influence supposée.

(2) Nos expériences sur les solutions sursaturées ont été faites à l'aide de tubes bouchés de 22 centimètres de hauteur et de 22 millimètres de diamètre. La solution était composée de sulfate de soude, 2 parties, eau, 1 partie.

(3) Si l'on introduit dans un ballon d'une capacité de plusieurs litres et rempli de solution

» 3° L'addition à la nitroglycérine d'un corps inerte en excès (silice, etc.) modifie complétement sa sensibilité et la transforme en un composé qui résiste à des chocs même énergiques. On obtient un résultat correspondant avec les solutions sursaturées.

On a ajouté 50 centimètres cubes de solution sursaturée de sulfate de soude :	La cristallisation provoquée par les poussières atmosphériques s'est effectuée en :		
Eau, 2gr	37	secondes.	
Glycérine, 2gr	41	»	
Chlorure de sodium, 2gr	40	»	
Azotate de potasse, 2gr	51	»	
Carbonate de soude, 2gr	62	»	
Sulfate d'ammoniaque, 2gr	64	»	
Solution de : eau 72gr, sulfate de soude 46gr	114	»	
En remplaçant la glycérine par une clairce de sucre (eau 50, sucre 100)	177	»	
Glycérine à 28 degrés 12cc,5, solution sursaturée de sulfate de soude 25 centimètres cubes	360	»	
Solution de : eau 72gr, sulfate de soude 46gr (saturée de carbonate de soude	900	»	(1)

» Si, à une solution de sulfate sursaturée, 25 centimètres cubes, on ajoute 12cc,5 d'une solution d'azotate de potasse saturée à froid, on peut impunément laisser le mélange exposé aux poussières atmosphériques. La cristallisation ne peut être provoquée que par l'introduction directe de sulfate de soude en cristaux d'une grosseur appréciable.

» L'addition de corps étrangers agit donc d'une façon analogue sur la nitroglycérine et sur les solutions sursaturées, ce qui résulte de l'écartement des molécules et de la difficulté qu'éprouve chacune d'elles à subir l'influence de la molécule voisine.

» 4° Quant à l'action de la température, en raison de la nature même des phénomènes entre lesquels nous cherchons à établir des rapprochements ainsi que des résultats auxquels elle donne naissance, on comprendra que cette action doit être inverse dans les deux cas pour pouvoir don-

---

sursaturée de sulfate de soude une baguette de verre exposée quelques instants à l'air et recouverte de poussière de sulfate, ou si l'on emploie comme amorce une pincée de cristaux et cela dans les mêmes conditions de température, on peut s'assurer que le temps pendant lequel s'effectue la cristallisation de toute la masse est notablement différent.

(1) On peut alors reproduire une partie de ces expériences par des additions successives d'eau distillée. La solution qui renferme la glycérine donne lieu à la formation de cristaux invisibles, déjà signalés dans d'autres cas par quelques observateurs.

ner lieu à des phénomènes comparables. A de basses températures, en effet, la faculté explosive de la dynamite et des composés explosifs en général décroît notablement, tandis que, dans les mêmes conditions, l'instabilité des solutions sursaturées augmente rapidement.

» Une charge de $0^{cc},2$ de fulminate de mercure est sans action sur la dynamite à 75 degrés gelée.

» Une solution sursaturée de sulfate de soude, placée dans un tube, a cristallisé en 39 secondes à la température de 15-16 degrés tandis qu'à + 8 degrés la cristallisation totale s'est effectuée en 19 secondes pour une même hauteur de liquide.

» Une semblable inversion dans les résultats se produit encore dans le cas où l'on introduit, dans la solution sursaturée, un corps pulvérulent, et si, réciproquement, on remplace la silice, qui sert d'absorbant à la nitroglycérine, par un dissolvant quelconque (1). L'esprit de bois ajouté à la nitroglycérine, dans la proportion de $\frac{1}{4}$ à $\frac{1}{2}$ pour 100, ne lui permet plus de faire explosion; mais, dans ce cas, la nature même du corps explosif est profondément modifiée.

» D'un autre côté, la présence d'une quantité suffisante d'un absorbant tel que la silice s'oppose à la sursaturation.

» Dans les expériences sur la dynamite que nous venons de rappeler, on pourrait substituer à la nitroglycérine telle combinaison analogue (nitroglycol, nitroérythrite, etc.) possédant les mêmes propriétés.

» La série de faits qui précèdent, et qu'on pourrait multiplier, nous paraît suffisante pour établir une relation directe entre les phénomènes de la sursaturation et ceux que présentent les corps explosifs, lorsqu'on se place dans des conditions comparables d'expérimentation. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du chlorure de benzyle sur la naphtylamine.* Note de MM. **Ch. Froté** et **D. Tommasi**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« En faisant réagir à chaud, en présence d'une petite quantité de zinc en poudre, du chlorure de benzyle sur la naphtylamine, nous avons obtenu

(1) Si l'on place, dans une conserve remplie de sulfate de soude sursaturé, un tube en verre contenant la même solution et muni à l'une de ses extrémités d'un diaphragme en baudruche, la cristallisation provoquée artificiellement dans l'un des récipients s'étend jusqu'aux parties externes de la membrane et détermine, après quelques secondes d'arrêt, la cristallisation de la deuxième partie.

un composé isomère à la cressylnaphtylamine, différant de celle-ci par la substitution de l'atome de benzyle à l'atome de cressyle et qui semble prendre naissance en vertu de l'équation suivante :

$$\left.\begin{matrix} C^7H^7 \\ Cl \end{matrix}\right\} + \left.\begin{matrix} C^{10}H^7 \\ H \\ H \end{matrix}\right\} Az = \left.\begin{matrix} H \\ Cl \end{matrix}\right\} + \left.\begin{matrix} C^{10}H^7 \\ H \\ C^7H^4 \end{matrix}\right\} Az.$$

» La *benzylnaphtylamine*, ainsi obtenue, est débarrassée de l'excès de chlorure de benzyle, en la chauffant pendant quelque temps à l'ébullition, et du chlorure de zinc par des lavages à l'eau.

» On dissout ensuite ce produit dans l'alcool et l'on évapore au bain-marie jusqu'à consistance sirupeuse. On étend sur des assiettes la masse visqueuse, et, après dessiccation, on l'obtient sous forme d'écailles translucides, d'un brun foncé, semblables au tartrate ferrico-potassique.

» La benzylnaphtylamine est très-soluble dans l'éther à froid et dans l'alcool.

» L'acide chlorhydrique, même concentré, ne l'attaque pas; l'acide azotique concentré n'a aucune action sur elle; l'acide azotique fumant l'attaque, au contraire, facilement en formant un dérivé nitré jaune, insoluble dans l'eau et peu soluble dans l'éther et l'alcool, dérivé que nous étudierons prochainement.

» La benzylnaphtylamine fond vers 66-67 degrés; le point de fusion de son isomère est à 79 degrés. Chauffée sur une lame de platine, elle brûle avec une flamme éclairante et fuligineuse, en dégageant une odeur rappelant la naphtylamine.

» Les quantités des corps employés pour la préparation ci-dessus sont : 1438 de naphtylamine, 1265 de chlorure de benzyle et 2 à 3 grammes de zinc en poudre.

» L'analyse nous donne :

Calculé.		Trouvé.	
Carbone...........	87,55	Carbone...........	87,59
Hydrogène.........	6,8	Hydrogène.........	7,2
Azote.............	6,0	Azote.............	5,34

» Ce travail a été fait dans le laboratoire de M. Schutzenberger, à la Sorbonne. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches expérimentales sur l'action du gaz protoxyde d'azote.* Note de MM. **F. Jolyet** et **T. Blanche.**

« Le gaz protoxyde d'azote, depuis sa découverte, a été l'objet de nombreuses observations et expériences, faites tant sur l'homme que sur les animaux, et les opinions les plus contradictoires ont été émises relativement à son action physiologique. Ne pouvant faire ici l'historique de cette question, nous citerons seulement les noms de Davy, Thenard, Zimmermann, Magitot et Krishaber, qui s'y rattachent particulièrement.

» Les deux points de l'action du protoxyde d'azote, comme gaz respirable et comme agent anesthésique, étant encore aujourd'hui controversés, il nous a paru utile de les contrôler par quelques expériences nouvelles, faites dans des conditions précises. Ce sont les résultats de ces expériences que nous avons l'honneur de soumettre aujourd'hui à l'Académie :

» 1° Le protoxyde d'azote est-il un gaz respirable? On sait que l'air atmosphérique n'entretient la respiration des animaux que par l'oxygène qu'il renferme; on s'est donc demandé si le gaz protoxyde d'azote, combinaison instable d'azote et d'oxygène, beaucoup plus riche en oxygène que l'air atmosphérique, pouvait aussi servir à la respiration.

» Dans une première série d'expériences, nous avons recherché si des graines pourraient germer dans une atmosphère de protoxyde d'azote. Nous avons placé, sous des cloches contenant du gaz chimiquement pur, des graines d'orge et de cresson, sur du papier à filtre humide. Nous avons constaté que, après neuf jours dans un cas et quinze jours dans un autre, les graines n'offraient aucune trace de germination, tandis que d'autres semis d'orge et de cresson, faits comparativement et de la même façon, mais sous une cloche renfermant de l'air atmosphérique, entraient en pleine germination du deuxième au troisième jour.

» Les graines placées dans le protoxyde d'azote germaient à leur tour, si l'on faisait passer sous les cloches quelques centièmes d'oxygène.

» Les mêmes résultats étaient obtenus avec des graines en voie de développement : le développement était arrêté dans une atmosphère de protoxyde d'azote, et reprenait lorsqu'on faisait arriver sous la cloche quelques centièmes d'oxygène.

» Si la germination et le développement des plantes est impossible dans le protoxyde d'azote, les fonctions essentielles de la respiration des animaux ne peuvent non plus s'effectuer dans une atmosphère de ce gaz pur. Les oiseaux y meurent en trente secondes; les mammifères (lapins, chiens),

en trois à quatre minutes et demie. A la mort, le sang est noir dans les vaisseaux; l'autopsie permet de constater les signes ordinaires de l'asphyxie par respiration de gaz inertes (azote, hydrogène).

» Dans une seconde série d'expériences, nous avons recherché si le protoxyde d'azote possède réellement les propriétés anesthésiques qu'on lui attribue, et qui le font employer dans certaines opérations chirurgicales et spécialement pour l'extraction des dents.

» Dans ce but, nous avons fait des mélanges de protoxyde d'azote et d'oxygène plus ou moins riche, de telle façon que ces mélanges contenaient 18 à 21 d'oxygène et 60 à 80 pour 100 de protoxyde.

» Des moineaux placés sous des cloches, dans des atmosphères semblables, se comportaient comme ceux qu'on avait placés comparativement dans des cloches renfermant de l'air ordinaire, et mouraient à peu près dans le même temps, après avoir formé autant d'acide carbonique et épuisé également l'oxygène.

» Nous avons fait respirer à des chiens des mélanges de protoxyde d'azote et d'oxygène, dans les proportions de l'air, pendant 20 à 30 minutes, sans avoir pu constater, à aucun moment, un affaiblissement appréciable de la sensibilité : le nerf sciatique, excité par un faible courant, a toujours produit des signes d'une vive douleur.

» Chez les animaux respirant le gaz protoxyde pur, nous avons constaté, en excitant le nerf sciatique à divers moments, que la sensibilité disparaissait chez l'animal entre la troisième et la quatrième minute, c'est-à-dire à un moment où l'animal offrait tous les signes de l'asphyxie.

» Ces expériences suffiraient déjà à montrer que le gaz protoxyde d'azote n'est pas un agent anesthésique véritable, et qu'il ne produit l'insensibilité qu'en amenant l'asphyxie. L'extraction des gaz du sang par la pompe à mercure, et leur analyse à l'eudiomètre, mettent ce fait hors de doute. Lorsqu'on cherche, en effet, par des analyses des gaz du sang, la quantité de protoxyde d'azote qui existe dans le sang artériel de chiens respirant des atmosphères artificielles de protoxyde et d'oxygène, dans les proportions de l'air atmosphérique, depuis 20 à 30 minutes, on trouve qu'il a dissous environ 30 à 35 centimètres cubes pour 100 de protoxyde d'azote. D'un autre côté, les animaux qui meurent en respirant le protoxyde d'azote pur ont, à la mort, de 30 à 38 pour 100 de protoxyde d'azote, c'est-à-dire à peu près la même quantité que plus haut. Mais, tandis que les premiers ont dans leur sang 18 à 20 d'oxygène pour 100, les seconds, au moment où l'anesthésie a lieu, n'ont plus que 2 à 3 pour 100 d'oxygène dans le

sang artériel. Or l'expérience a montré que l'insensibilité a lieu chez les chiens lorsque précisément il n'y a plus que 2 à 3 pour 100 d'oxygène dans le sang (P. Bert).

» De ces expériences, nous concluons que le gaz protoxyde d'azote ne peut entretenir la respiration des plantes ni celle des animaux; que, si ce gaz respiré pur produit, à un certain moment, l'anesthésie, c'est par privation d'oxygène dans le sang, c'est-à-dire par asphyxie.

» Ces expériences ont été faites dans le laboratoire de Physiologie de la Faculté des Sciences. »

BOTANIQUE. — *Recherches sur l'organogénie florale des Noisetiers.* Note de M. **H. Baillon**, présentée par M. Brongniart.

« M. Payer, qui fut mon maître et le plus autorisé des organogénistes de l'Académie, avait coutume de dire que « celui-là serait bien habile qui » découvrirait le mode de développement des fleurs femelles des Coudriers. » Il y faut, à vrai dire, moins d'habileté que de méthode et de persévérance. Les voies de la nature sont ici semblables à elles-mêmes, et l'évolution florale y suit la même marche générale que dans les autres plantes. Les Corylées diffèrent uniquement des autres par une plus grande lenteur dans la succession des phénomènes, si bien que c'est vers le mois de juin de cette année, par exemple, qu'il faut surprendre le début, puis suivre pas à pas l'évolution d'une fleur dont le fruit sera cueilli au mois de septembre de l'année prochaine.

» Les Noisetiers dont les fruits mûriront vers l'automne ont, dit-on, des fleurs femelles qui s'épanouissent vers le mois de janvier de la même année; mais on sait que, à cette époque, si l'on étudie les chatons femelles, on n'y voit les fleurs représentées que par deux longs styles, à extrémité pourprée et stigmatifère, unis à leur base, dans une très-faible étendue, en une masse qu'entoure un très-petit calice, et qui ne renferme ni cavité ovarienne, ni ovules. Les botanistes ont remarqué avec étonnement cette singularité, sans pouvoir se rendre compte du développement de la portion ovarienne du gynécée. Celui-ci obéit toutefois à cette sorte de loi qui veut que, dans un pistil, on voie d'abord émerger le sommet stylaire des feuilles carpellaires, puis la base de ces styles, et enfin la portion ovarienne. Les *Corylus*, rentrant dans la règle, ne diffèrent de la plupart des autres végétaux que par la lenteur de l'évolution. Vers le mois de juin, ces fleurs femelles, qui montreront leurs styles rouges au mois de janvier suivant, naissent dans

les chatons femelles, alors axiles, dont l'axe porte des bractées alternes et imbriquées. Dans l'aisselle de chacune des bractées, se développe un corps, d'abord entier, qui, né comme l'*écaille* des Conifères, présente successivement les mêmes modifications de forme que cet organe, s'aplatissant de dehors en dedans, puis se partageant supérieurement en trois lobes, un médian et deux latéraux. Ces deux derniers l'emportent bientôt de beaucoup en volume, également comme dans les Abiétinées, et chacun d'eux devient le réceptacle d'une fleur femelle, réceptacle sur lequel se montre, dès l'été, un petit bourrelet circulaire, rudiment du calice. Puis, sur le sommet légèrement déprimé du même réceptacle, naissent deux petites feuilles carpellaires, opposées l'une à l'autre, limitant la fossette apicale, devenant connées à la base et ne présentant alors qu'un sommet court et obtus, si bien qu'alors le gynécée est tout à fait semblable à celui de la plupart des Conifères.

» Depuis ce moment jusqu'à la fin de l'hiver, les sommets des feuilles carpellaires ne font que s'allonger lentement et se garnir de papilles stigmatiques. Ce n'est qu'au mois de février ou de mars que, par suite de l'inégal accroissement de ses diverses portions, l'ovaire se creuse d'une cavité unique, de plus en plus profonde, béante au sommet, autour de laquelle les parois s'élèvent lentement pour constituer, en somme, un ovaire uniloculaire.

» Alors que cette sorte de puits qui représente la cavité ovarienne est complétement creusé, son fond, arrondi en cul-de-sac, répondant à la base même de l'ovaire; son ouverture, un peu plus étroite que le reste du tube, s'apercevant distinctement entre les bases écartées des styles, et sa paroi intérieure étant tout à fait lisse, les deux placentas apparaissent vers la fin du mois de mars. Ce sont deux cordons verticaux ou deux piliers, alternes avec les styles, qui semblent se sculpter en saillie en face l'un de l'autre, mais dont la production est due à une inégalité d'accroissement dans l'épaisseur de la paroi. Ces piliers se terminent inférieurement par une extrémité obtuse, qui bientôt présente plus d'épaisseur que le reste du placenta. Bientôt encore elle est partagée par un sillon vertical en deux saillies collatérales, qui sont les premiers rudiments de deux ovules. On a donc alors, dans une cavité unique, quatre ovules qui se regardent deux à deux, sans se toucher encore, et, au-dessus d'eux, deux placentas pariétaux qui s'aplatissent en se rapprochant l'un de l'autre, et ne sont plus séparés sur une coupe transversale que par une fente en forme de boutonnière.

» Il est rare que les quatre ovules continuent de grossir également; le

fait s'observe cependant, pendant une période assez longue, dans certaines fleurs de *Corylus*, et, plus souvent, dans celles des *Carpinus*. Plus ordinairement, un, deux ou trois des ovules s'arrêtent, à une époque variable, dans leur développement. Quand l'arrêt de développement porte sur deux ovules, ce sont tantôt les deux ovules d'un même placenta qui cessent de s'accroître, et, plus fréquemment, un des ovules de chaque placenta, celui de droite pour le placenta postérieur, et celui de gauche pour l'antérieur, ou réciproquement. Il en résulte que la fente qui représente la coupe transversale de la cavité ovarienne, au lieu de demeurer rectiligne, comme dans la portion des placentas qui surmonte l'insertion des ovules, se trouve, au niveau de ceux-ci, avoir la forme de deux petits arcs placés bout à bout et concaves du même côté, ou plus souvent celle d'un S. Quand donc les deux placentas se sont rejoints sur la ligne médiane de l'ovaire, celui-ci présente deux loges, et les ovules qu'elles renferment appartiennent, ou au même placenta, ou à deux placentas différents. Quant aux déformations successives de l'ovule, elles sont telles qu'il est d'abord hémisphérique, avec son axe transversal, puis presque conique, obliquement descendant, puis anatrope, ovoïde, avec une seule enveloppe et un micropyle extérieur et supérieur.

» Quant au bourrelet calicinal, infère tant que le réceptacle sur lequel repose le gynécée représente supérieurement une plate-forme horizontale, il s'élève à mesure que ce réceptacle devient de plus en plus concave ; périgyne quand le réceptacle est cupuliforme ; épigyne, ou à peu près, quand l'inégal accroissement des parties a fait du réceptacle un véritable sac, à ouverture relativement étroite, dans lequel est enchâssé l'ovaire, devenu infère, et qui, à la maturité du fruit, constituera précisément la coque ligneuse qui entoure la graine des noisettes.

» Les mêmes phénomènes se produisent, avec des différences de détail, dans les autres genres de ce groupe, notamment dans les Charmes. Chez eux, seulement, la façon dont l'involucre se constitue autour du fruit, aux dépens des bractéoles latérales de la fleur, est bien plus manifeste, de même que l'évolution de la masse molle interposée au péricarpe et à la graine, et dont le mode de résorption a souvent été mal interprété. Dans toutes les Corylées, l'évolution des fleurs mâles, qui ne présente d'ailleurs aucune particularité remarquable, commence avant celle des fleurs femelles. »

PALÉONTOLOGIE. — *Découverte des makis et du cheval, à l'état fossile, dans les phosphorites du Lot.* Note de M. É. DELFORTRIE.

« J'ai l'honneur de porter à la connaissance de l'Académie un fait paléontologique, qui me paraît offrir un haut intérêt.

» Les makis ou singes de Madagascar étaient restés jusqu'à ce jour complétement ignorés à l'état fossile. Cette lacune est enfin comblée : les dépôts de phosphorite du département du Lot viennent de me donner le crâne presque entier, en parfait état de conservation, d'un individu de cette famille; c'est dans le gîte de Béduer, exploité sur les propriétés de M. Bétille, que vient d'être découverte cette importante pièce, que je vais décrire sous le nom de *Paleolemur Betillei.*

» Un fait non moins intéressant pour la Science, c'est que, au même niveau que ce lémurien, c'est-à-dire à 13 mètres de profondeur, et avec lui, a été trouvé le *cheval* (une portion de bassin), associé aux Palæothériens et aux Anthracothériens, ce qui viendrait pleinement confirmer l'opinion que j'ai déjà émise (*Les gîtes de chaux phosphatée dans le département du Lot. Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux*, t. XXVIII, 5e série, 1873) que les phosphates de chaux du Lot seraient de formation quaternaire.

» J'aurai l'honneur de faire observer à l'Académie que, outre cette portion de bassin, dont je viens de parler, laquelle se trouve en ce moment entre les mains de M. Albert Gaudry, professeur de Paléontologie au Muséum, il a été également trouvé à Marcillac (Lot), dans un dépôt de phosphorite, identique à celui de Béduer, et peu distant de celui-ci, une mâchoire supérieure, presque entière, de *cheval.* J'ai même en mains une molaire en provenant, que je me fais un devoir de tenir à l'entière disposition de l'Académie. »

MINÉRALOGIE. — *Sur les formes cristallines de la lanarkite d'Écosse; par* M. ALB. SCHRAUF, présentée par M. Des Cloizeaux.

« On sait, d'après la récente analyse de M. Pisani, que la *lanarkite* d'Ecosse est un sulfate bibasique de plomb, $\dot{P}b^2\dddot{S}$, et non un sulfocarbonate, comme on l'avait cru jusqu'ici (1).

» M. Jannettaz a retrouvé les mêmes caractères chimiques et optiques sur des cristaux provenant du département de l'Ariége (2); mais les divers

(1) *Comptes rendus*, t. LXXVI, p. 114.
(2) *Comptes rendus*, t. LXXVI, p. 1420.

échantillons existant dans les collections publiques ou privées de Paris sont trop imparfaits pour se prêter aux mesures d'angles qui auraient pu confirmer, en les complétant, les données cristallographiques que l'on doit à Haidinger, à Brooke et à M. Miller.

» M. le D[r] Alb. Schrauf, de Vienne, est parvenu à combler cette lacune à l'aide de cristaux existant dans la riche collection I. et R. de cette ville. Ces cristaux, allongés, comme toujours, suivant la diagonale horizontale de leur base, offrent trois faces, $p o^3 h^1$, situées dans une même zone, et se terminent par un biseau z, déjà cité par Haidinger et M. Greg. Deux autres formes, ν et ω, très-voisines de o^3, mais appartenant à des hémi-octaèdres antérieurs dont les symboles paraissent bien compliqués, et un second biseau voisin de z, ont été observés par M. Schrauf. Les combinaisons citées par ce savant sont : $h^1 p \omega s$, $h^1 \nu z s$, $h^1 o^3 s$.

» En rapportant la lanarkite à un prisme rhomboïdal oblique de 98°6′, inobservé jusqu'à ce jour, les dimensions de sa forme primitive sont, d'après les mesures de M. Schrauf :

$$b : h :: 1000 : 1044,864, \quad D = 755,148, \quad d = 655,554.$$

Les symboles des différentes formes sont alors

$$\nu = \left(d^{\frac{1}{9}} d^{\frac{1}{11}} h^{\frac{1}{29}}\right), \quad \omega = \left(d^{\frac{1}{9}} d^{\frac{1}{17}} h^{\frac{1}{37}}\right), \quad z = \left(d^{\frac{1}{2}} b^{\frac{1}{4}} g^1\right), \quad s = \left(d^{\frac{1}{9}} b^{\frac{1}{11}} g^{\frac{1}{2}}\right).$$

» Le clivage facile, qu'on observe sur tous les cristaux, est parallèle à la base p.

» Le tableau suivant offre en regard les angles calculés et les angles observés par M. Schrauf :

	Calculé.	Observé.
*	$p h^1$ = 91°49′	91°49′
	$p o^3$ = 152°25′30″	152°20′
	$o^3 h^1$ = 119°23′30″	»
	$p \nu$ = 151°32′30″	151°25′
	$p \omega$ = 150°21′	150°35′
*	$p z$ antér. = 103°18′	103°18′
*	$z z$ sur g^1 = 130°36′	130°36′
	$h^1 z$ antér. = 110°51′	110°51′
	$h^1 z'$ postér. = 69°9′	69°8′
	$h^1 s$ antér. = 109°56′	109°40′
	$h^1 \omega$ = 120°20′	120°5′
	νz adj. = 113°55′	113°50′
	$\nu z'$ opp. = 70°42′30″	70°40′

	Calculé.	Observé.
ωz adj.	= 118°51′	118°50′
$\omega z'$ opp.	= 75°28′	75°30′
zs adj.	= 136°48′	137°10′
sz' postér.	= 165°5′	165°15

» Les cristaux mesurés par M. Schrauf ne contiennent pas plus d'acide carbonique que ceux dont on doit l'analyse à M. Pisani, et, comme eux, ils se rapportent à la formule $\dot{P}b^2\ddot{\dot{S}}$. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Quelques détails sur le tremblement de terre du 29 juin*; par M. **W. de Fonvielle.**

« Je trouve, dans les journaux italiens, au sujet du tremblement de terre du 29 juin, des détails dont je crois le résumé systématique de nature à intéresser l'Académie: je prendrai donc la liberté de les mettre sous ses yeux.

» Autant que j'en puis juger, le centre de la catastrophe a été dans le val Mareno ou Marino, appartenant au district de Vittorio, dans la province de Bellune (ancien État Vénitien).

» Ce val a été déjà ébranlé par de nombreux tremblements de terre, dont il porte encore les traces évidentes (1), car la Meschio, qui sert de trop-plein au lac Santa-Croce et au lac Morto, en sort brusquement par une faille pratiquée dans la muraille de rochers qui la limite du côté du sud-ouest. Ce brusque changement de direction a lieu près de Serravalle, endroit où d'énormes roches se sont éboulées, le 29 juin dernier. Depuis lors de nouvelles secousses s'y sont encore produites.

» Deux jours avant la catastrophe, les eaux du lac Santa-Croce se sont soudainement exhaussées de plusieurs pieds; c'est sans doute à cette circonstance qu'il faut rapporter le bruit que ce lac était en pleine ébullition; ce racontar s'était répandu avec tant de rapidité qu'on a dû le démentir télégraphiquement.

» On disait également qu'on avait ramassé des cendres volcaniques près de Farra, au nord du lac; mais il n'y a pas eu d'éruption volcanique proprement dite, par conséquent les prédictions de M. Palmieri relative-

(1) Un de ces tremblements de terre anciens paraît avoir eu lieu vers l'an 1200. La ville de Bellune, complétement ruinée, a été reconstruite, grâce à l'assistance des habitants de Trévise et de Feltre.

ment à la naissance d'un volcan dans les Alpes ne semblent point à la veille de se réaliser. Du reste, le savant directeur de l'Observatoire vésuvien suppose que cet accident doit avoir lieu dans les environs du mont Baldo, qui sépare l'Adige du lac de Garde, et qui se trouve, par conséquent, à une assez grande distance du val Marino. Le 28 juin, les habitants de Puos, petit village situé au nord du lac Santa-Croce, ont entendu des grondements souterrains annonçant ainsi la catastrophe, qui n'a pas fait moins de onze victimes parmi eux. Le torrent Tesa, qui se jette dans le lac Santa-Croce, est ordinairement limpide; après le tremblement de terre du 29 juin, il était devenu subitement bourbeux. La *Vena d'Oro,* source thermale qui alimente un établissement hydrothérapique des environs de Bellune a pris subitement une couleur rouge de sang qu'elle a gardée pendant quelques jours.

» Le 29 juin tombait précisément le jour de la Saint-Pierre, et presque toutes les églises étaient en conséquence fréquentées par les fidèles à 5 heures du matin, heure de la catastrophe. Cette malheureuse coïncidence a eu des conséquences funestes, car beaucoup de fidèles ont été écrasés par les pierres tombant des plafonds. L'église de Felleto, village situé dans la partie inférieure de la vallée, sur le Soligo, s'est entièrement éboulée; quarante personnes ont été tuées sur le coup, et plusieurs de celles qui avaient été blessées ont succombé depuis lors.

» Il n'est point inopportun de remarquer que les églises, surtout quand elles ne sont point voûtées, sont plus exposées que d'autres monuments à être renversées par les tremblements de terre. Est-ce que cela ne serait point une conséquence de l'habitude qu'ont les architectes d'orienter la grande ligne de ces édifices du côté du mont Calvaire, au lieu de chercher d'après le relief du terrain la direction de la situation la plus stable. Comme beaucoup de villes d'Italie ont des appareils enregistreurs des tremblements de terre, l'Académie recevra peut-être tous les documents désirables pour déterminer les heures, les directions, les nombres de vibrations, les intensités, etc., etc. ; mais il ne me paraît point superflu d'appeler son attention sur un fait très-curieux. Les lignes de télégraphes ont été rompues en un grand nombre d'endroits, ce qui tient évidemment à l'énergie des oscillations qui leur ont été imprimées. Le fait suivant permettra de montrer combien ces mouvements étaient vifs : deux fils distants de 0,10 se sont choqués l'un contre l'autre.

» On a remarqué que, dans beaucoup de maisons, les portes avaient été dérangées, de sorte que les personnes qui étaient renfermées dans des

chambres ne pouvaient, à leur grand effroi, en sortir à moins de passer par la fenêtre. Dans beaucoup d'églises, les cloches ont, en quelque sorte, sonné le tocsin d'elles-mêmes.

» Le tremblement de terre s'est fait sentir en Italie et en Allemagne, dans le Tyrol et même jusqu'aux portes de Munich; mais les Allemands ne paraissent pas y avoir attaché d'importance, car leurs journaux ne font aucun commentaire. Leur indifférence est d'autant moins explicable que le tremblement de terre a été suivi, quelques heures après, d'une trombe très-violente qui a ravagé plusieurs villes, notamment Vienne, et enlevé le ballon captif de l'Exposition universelle. Cet aérostat, d'un volume de 8000 mètres, a été arraché et transporté à 30 kilomètres dans la direction du sud-est; son poids est de 30 quintaux métriques. La secousse était si vive qu'il s'est crevé en l'air et est retombé comme une pierre sans traînage et sans rebondir. Il a été trouvé dans un champ de blé où les épis qu'il avait recouverts étaient les seuls qui eussent été endommagés par sa chute.

» Y a-t-il une corrélation entre ces orages du versant allemand et les tremblements de terre du versant italien? C'est une question qu'on se pose involontairement.

» Enfin les journaux que j'ai entre les mains parlent de secousses accessoires produites après la secousse principale, et qui paraissent avoir inspiré une violente terreur aux habitants, car ils se sont mis à camper sous la tente, craignant de rentrer sous des toits dont ils avaient appris à se défier et sous lesquels, depuis leur enfance, ils dormaient sans appréhension.

» Les désastres sont éparpillés dans une multitude d'endroits et le club alpin d'Agordo a pris l'initiative d'une Commission de souscriptions dont le centre est à Bellune. Nul doute que le gouvernement italien ne s'empresse de venir en aide à tant de misères, et que l'appel du club alpestre d'Agordo ne trouve, même de ce côté des Alpes, des âmes compatissantes (1). »

A 5 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 7 heures un quart. É. D. B.

(1) Cette Note est accompagnée d'extraits de journaux italiens, relatifs aux phénomènes qui y sont décrits.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 7 juillet 1873, les ouvrages dont les titres suivent :

Application du pandynamomètre à la mesure du travail des machines à vapeur à balancier; par G.-A. HIRN. Mulhouse, imp. de veuve Boder, 1873; br. in-8°.

Observations faites dans les stations astronomiques suisses; par E. PLANTAMOUR. I. *Righi-Kulm;* II. *Wessenstein;* III. *Observatoire de Berne.* Genève, Bâle, Lyon, H. Georg, 1873; in-4°.

Traité de la police sanitaire des animaux domestiques; par J. REYNAL. Paris, P. Asselin, 1873; in-8°, relié. (Présenté par M. Bouley, pour le Concours des Prix de Médecine et Chirurgie, fondation Montyon.)

Nouvelles études sur le Phylloxera; *par* A. PERIN. Aix, imp. Marius Illy, 1873; br. in-8°.

Le Phylloxera. *Guérison probable de la vigne par un traitement préventif physiologique et naturel; par* A. DUPONCHEL. Montpellier, C. Coulet, 1873; br. in-8°.

(Ces deux dernières brochures sont renvoyées à la Commission du *Phylloxera.*)

Les prétendues terreurs de l'an mil; par dom F. PLAINE. Paris, V. Palmé, 1873; br. in-8°. (Extrait de la *Revue des questions historiques.*)

Mémoire concernant les ouvrages publiés depuis 1848; *par* L.-E. PLASSE. Poitiers, typ. A. Dupré, 1872; br. in-8°.

(*La suite du* Bulletin *au prochain numéro.*)

ERRATA.

(t. LXXVI, 1er semestre de 1873).

Page 1548, ligne 4 en remontant, *au lieu de* 118 à 120 degrés, *lisez* 318 à 320 degrés.

Page 1582, ligne 27, *au lieu de* causée, *lisez* accusée.

Page 1585, ligne 15, *au lieu de* 211, *lisez* 20.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQ. FAITES A L'OBSERVATOIRE DE MONTSOURIS. — JUIN 1873.

DATES.	HAUTEUR DU BAROMÈTRE à midi.	THERMOMÈTRES du jardin.			THERMOMÈTRES de la terrasse (1).			EXCÈS SUR LA MOYENNE normale de chaque jour.	TEMPÉRATURE MOYENNE du sol				THERMOMÈTRES CONJUGUÉS dans le vide (T − t).	TENSION DE LA VAPEUR (moyenne du jour).	ÉTAT HYGROMÉTRIQUE (moyenne du jour).	ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE.	OZONE.
		Minima.	Maxima.	Moyennes.	Minima.	Maxima.	Moyennes.		à 0m,02.	à 0m,10.	à 0m,30.	à 1m,00.					
		o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o				
1	750,3	8,6	12,8	10,7	8,9	13,1	11,0	−5,4	11,3	»	12,4	12,8	3,0	8,06	86	»	15,0
2	750,2	9,2	19,2	14,2	9,8	18,2	14,0	−2,6	13,7	»	12,8	12,7	5,8	8,93	79	»	11,0
3	752,4	9,2	19,3	14,3	9,9	19,3	14,6	−1,8	14,6	»	13,5	12,6	7,8	10,61	90	»	8,5
4	751,4	12,0	23,5	17,8	12,7	23,3	18,0	1,5	17,6	»	14,6	12,7	8,7	10,74	71	»	4,5
5	751,4	13,1	23,3	18,2	13,1	23,2	18,2	1,9	17,5	»	15,5	12,9	6,3	11,70	78	»	5,5
6	751,6	13,1	21,9	17,5	14,1	21,0	17,6	1,1	17,0	»	16,0	13,2	3,7	11,31	86	»	2,0
7	759,0	9,0	16,1	12,6	9,3	15,5	12,4	−4,4	13,5	»	15,2	13,4	8,0	5,75	59	»	11,5
8	760,0	5,8	16,1	11,0	6,1	16,0	11,1	−5,7	13,3	»	14,0	13,5	10,4	6,84	68	»	5,0
9	758,0	6,7	22,9	14,8	8,1	21,9	15,0	−1,7	16,5	»	14,5	13,5	11,8	8,61	69	»	2,5
10	752,8	10,1	25,1	17,6	11,1	24,4	17,8	0,8	18,2	»	15,7	13,5	12,8	8,97	60	»	8,0
11	749,6	11,3	23,7	17,5	13,1	22,9	18,0	1,0	18,7	»	16,6	13,7	10,6	11,12	77	»	8,0
12	744,6	10,7	20,5	15,6	11,8	19,9	15,9	−1,3	17,2	»	16,9	13,9	9,7	8,59	75	»	8,0
13	746,2	9,0	18,0	13,5	9,4	17,2	13,3	−4,1	16,4	»	16,2	14,2	5,6	9,68	82	»	17,0
14	753,1	9,8	19,2	14,5	10,5	18,9	14,7	−3,0	15,5	»	15,8	14,3	4,1	9,79	84	»	19,5
15	752,9	12,4	20,8	16,6	13,0	21,6	17,3	−0,5	16,6	»	15,7	14,4	5,9	11,58	87	»	11,5
16	755,5	12,3	21,8	17,1	13,1	21,8	17,5	0,2	18,0	»	16,3	14,4	8,5	10,13	71	»	8,5
17	754,9	12,3	24,6	18,5	13,1	23,8	18,5	1,5	19,7	»	17,1	14,6	9,2	11,44	73	»	2,0
18	756,3	14,8	23,0	18,9	15,1	22,4	18,8	1,8	19,5	»	18,0	14,8	10,8	12,52	88	»	10,5
19	760,3	9,9	24,4	17,2	11,1	23,6	17,4	0,1	19,5	»	18,1	15,1	9,6	10,91	72	»	5,0
20	761,6	14,7	26,7	20,7	15,5	25,5	20,5	3,3	21,3	»	18,7	15,3	9,4	11,96	70	»	4,0
21	762,5	14,7	26,5	20,6	15,8	25,4	20,6	3,2	22,2	»	19,5	15,6	11,4	12,29	75	»	3,0
22	758,5	13,4	29,0	21,2	14,4	28,4	21,4	4,2	22,9	»	20,2	15,9	12,7	12,21	64	»	3,0
23	757,3	14,4	22,1	18,3	14,2	21,6	17,9	0,3	20,4	»	20,3	16,2	6,6	10,03	70	»	»
24	759,5	10,1	23,0	16,6	10,8	22,8	16,8	−0,4	20,7	»	19,7	16,5	9,9	10,35	70	»	5,5
25	756,9	14,6	19,1	16,9	14,1	18,8	16,5	−0,8	19,0	»	19,4	16,6	7,2	8,40	65	»	8,5
26	762,0	11,1	20,8	16,0	11,5	20,2	15,9	−2,0	20,3	»	19,0	16,7	12,2	7,81	57	»	4,0
27	761,1	14,1	21,9	18,0	14,4	21,6	18,0	0,1	20,0	»	19,3	16,8	7,2	10,98	70	»	5,0
28	758,0	14,3	27,2	20,8	15,1	26,5	20,8	2,9	21,9	»	19,7	16,8	7,8	12,99	73	»	3,5
29	753,5	15,1	31,8	23,5	16,1	30,8	23,5	5,9	23,8	»	20,7	17,0	13,1	13,33	64	»	6,5
30	752,2	14,7	20,8	17,8	16,1	19,9	18,0	0,2	20,5	»	20,9	17,2	3,3	11,73	85	»	13,5
Moy.	755,1	11,7	22,2	17,0	12,4	21,6	17,0	−0,2	18,2	»	17,1	14,7	8,4	10,31	74	»	»

(1) Ces thermomètres sont appliqués sur la façade nord de l'Observatoire, sur la terrasse et sous la vérandah du grand escalier.

Observations météorologiq. faites a l'Observatoire de Montsouris. — Juin 1873.

Dates.	Magnétisme terrestre. Observation de 9 heures du matin.			Pluie.		Évaporation.	Vents.		Nébulosité.	Remarques.
	Déclinaison.	Inclinaison.	Intensité.	à $0^m,10$ du sol.	à $1^m,80$ du sol.		Direction et force.	Nuages.		
	° ′	° ′		mm	mm					
1	17.22,9	65.33,2	»	14,2	13,5	1,7	OSO faible.	SO à NO	1,0	Pluvieux tout le jour.
2	16,8	33,5	»	9,8	9,0	1,8	var. faible.	SSE	1,0	Orageux de 2^h à 6^h soir.
3	16,3	33,3	»	3,3	3,0	1,5	S faible.	SSO	0,9	Pluie dans la mat. et l'ap.-midi.
4	13,6	32,6	»	0,4	0,3	2,3	SSE tr-faible.	S	0,8	Éclairs au SE, vers 9^h soir.
5	16,1	32,5	»	1,6	1,3	1,9	O à SE tr.-faib.	E	0,8	Rosée abondante le matin.
6	17,4	31,8	»	9,0	8,3	1,8	N modéré.	N	0,9	Foudre tombe sur l'Obs. à 2^h50 s.
7	17,7	34,0	»	0,0	0,0	7,4	N modéré.	N	0,6	»
8	15,8	32,6	»	»	»	4,9	NNE faible.	NNE	0,7	Rosée abondante le soir.
9	15,6	31,7	»	»	»	3,4	O très-faible.	NO-NE	0,5	»
10	16,6	31,2	»	»	»	5,2	SSO faible.	variable.	0,2	»
11	14,0	32,0	»	0,0	0,0	4,5	SO faible.	SSO	0,6	Pluvieux le soir.
12	15,1	32,0	»	1,0	0,8	2,6	S faible.	SSO	0,8	»
13	17,1	33,6	»	4,0	3,4	1,4	SO-NO tr.-faib.	SO-NO	0,8	Forte averse de 8^h 55 à 9^h.
14	20,4	(1) 30,0	»	10,6	10,2	1,4	SSO faible.	SO	0,8	Orageux, pluies; tonn. à 5^h 40.
15	17,9	26,0	»	21,8	20,9	1,3	SO très-faible.	OSO	0,7	Pluie.
16	23,3	36,5	»	»	»	2,9	SSO à NO p. n.	OSO	0,8	»
17	26,9	24,0	»	1,2	1,1	3,2	E presq. nul.	S	0,9	Lueur aur. à 11^h s., suiv. de pluie.
18	25,3	20,0	»	29,5	28,0	2,7	O faible.	SO	0,6	Tonnerre à midi, pluie vers 5^h.
19	30,4	30,0	»	»	»	3,0	SO tr.-faible.	SO	0,7	Halo persist. de 9^h m. à 6^h soir.
20	26,9	20,0	»	»	»	3,5	SO presq. nul.	variable.	0,4	»
21	22,5	30,0	»	»	»	5,2	NNO faible.	NO	0,3	Très-vaporeux.
22	25,3	31,0	»	»	»	4,0	tr.-var., tr.-faib	»	0,3	Éclairs fréq. de 9^h s. à min.
23	23,6	26,0	»	22,8	20,6	3,7	NNO tr.-faib.	NO	0,6	Violent orage vers 2^h 30 matin.
24	23,3	28,0	»	0,0	0,0	3,6	O modéré.	ONO	0,6	Pluvieux le soir; lueur auror.
25	24,6	27,0	»	»	»	4,6	O modéré.	»	0,8	Gouttes de pluie vers midi.
26	23,7	29,0	»	0,0	0,0	5,7	ONO faible.	NO	0,5	Lueur aurorale à minuit.
27	32,4	15,0	»	0,0	»	3,0	OSO-N tr.-faib	O	0,9	Gouttes de pluie vers 9^h m.
28	21,7	34,0	»	»	»	2,6	SO presq. nul.	variable.	0,5	Très-vaporeux.
29	24,5	27,5	»	»	»	4,2	tr.-var., faib.	SO	0,4	Orage de minuit à 1^h matin.
30	39,2	24,5	»	18,4	17,5	2,4	SSO-NO faib.	SO	1,0	Lueur aurorale le soir.
31										
Moy.	17.21,6	65.29,4	»	147,6	137,9	97,4			0,68	

(1) Observations faites à partir de ce jour, à l'aide d'une boussole de Gambey, du Dépôt de la Marine. Chaque observation est la moyenne de dix lectures.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES FAITES A L'OBSERVATOIRE DE MONTSOURIS. — JUIN 1873.

Résumé des observations régulières.

	6h M.	9h M.	Midi.	3h S.	6h S.	9h S.	Minuit.	Moy.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Baromètre réduit à 0°	755,30	755,52	755,17	754,70	754,67	755,25	755,31	755,11 (1)
Pression de l'air sec	745,14	745,28	744,71	743,96	744,42	744,87	744,93	744,80 (1)
	°	°	°	°	°	°	°	°
Thermomètre à mercure (jardin)	13,97	17,38	19,57	20,01	19,03	16,30	14,21	16,69 (1)
» (terrasse)	15,06	17,25	19,47	20,02	19,20	16,54	14,48	17,05 (1)
Thermomètre à alcool incolore	13,70	17,13	19,28	19,75	18,84	16,25	14,12	16,48 (1)
Thermomètre électrique à 29m	»	»	»	»	»	»	»	»
Thermomètre noirci dans le vide, T'	22,87	34,13	37,61	34,16	25,36	»	»	32,81 (2)
Thermomètre incolore dans le vide, t	17,02	23,95	27,13	25,29	21,12	»	»	24,37 (2)
Excès (T' — t)	5,85	10,18	10,48	8,87	4,24	»	»	8,44 (2)
Températ. du sol à 0m,02 de profondr	15,78	18,16	20,72	21,02	19,68	17,87	16,78	18,24 (1)
» 0m,10 »	»	»	»	»	»	»	»	» (1)
» 0m,20 »	»	»	»	»	»	»	»	» (1)
» 0m,30 »	16,91	16,73	16,74	16,93	17,22	17,40	17,41	17,07 (1)
» 1m,00 »	14,62	14,65	14,69	14,71	14,71	14,74	14,74	14,69 (1)
Tension de la vapeur en millimètres	10,16	10,24	10,46	10,74	10,25	10,38	10,38	10,31 (1)
État hygrométrique en centièmes	84,2	69,1	62,5	62,4	62,6	75,0	85,2	73,6 (1)
Pluie en millimètres (parc) à 2m du sol.	69,6	9,8	16,4	14,9	8,0	13,4	5,8	t. 137,9
» (à 0m,10 du sol)	74,1	10,7	17,4	16,3	8,8	13,2	6,4	t. 147,6
Évaporation totale en millimètres	7,92	10,54	17,93	21,06	19,57	12,76	7,50	t. 97,28
Pluie moy. par heure (à 2m du sol)	11,60	3,27	5,47	4,97	2,67	4,47	1,93 (3)	»
Évaporation moyenne par heure	1,32	3,51	5,98	7,02	6,52	4,25	2,50 (3)	»
	'	'	'	'	'	'	'	'
Inclinaison magnétique..... (B) 65° +	»	29,0	»	»	»	»	»	» (1)
Déclinaison magnétique.... (A) 17° +	21,0	21,6	30,4	30,6	26,8	24,4	23,6	25,5 (1)

Tempér. moy. des maxima et minima (parc)	17°,0
» » (façade nord du bâtiment, terrasse du grand escalier).	17,0
» à 10 cent. au-dessus d'un sol gazonné (thermomètres à boule verdie).	22,4
Therm. noirci dans le vide, T' (valeur moy. fournie par 5 obs. : 6h m. 9h m., midi, 3h s. 6h s.).	30,82
» t » » »	22,90
Excès (T' — t) » » »	7,92
» (valeur déduite de 4 observations : 9h m., midi, 3h, 6h s.)	8,44

(1) Moyenne des observations de 6 heures du matin, midi, 6 heures du soir et minuit.

(2) Moyenne des observations de 9 heures du matin, midi, 3 heures et 6 heures du soir.

A. Une détermination de déclinaison absolue a été faite le 26 juin, de 5 à 6 heures du soir, sur la fortication, bastion 82, avec une boussole de Gambey appartenant à la Marine. Elle a donné pour résultat 17°.32',1. Les nombres qui suivent la constante A des tableaux précédents doivent être retranchés de 17°.47',5 pour donner les valeurs correspondantes de la déclinaison.

B. Des déterminations d'inclinaison absolue ont été faites du 26 au 27 sur la fortification et dans le pavillon magnétique de l'Observatoire de Montsouris au moyen d'une boussole de Gambey appartenant à la Marine. Cette boussole continue à être observée chaque jour à 9 heures du matin, en attendant l'installation de la nouvelle boussole des variations d'inclinaison.

La valeur de B des précédents tableaux est égale à 65°51',0.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 14 JUILLET 1873,

PRÉSIDÉE PAR M. BERTRAND.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le Secrétaire perpétuel informe l'Académie que la Société pour l'encouragement des Arts et Manufactures et du Commerce, de Londres, vient de décerner sa grande médaille d'or, *Médaille Albert*, à M. Chevreul, pour ses découvertes en Chimie et pour l'influence qu'elles ont eue sur les arts industriels dans tous les pays.

ASTRONOMIE. — *Théorie de la planète Saturne;* par **U.-J. Le Verrier.**

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie le Chapitre XXI de mes *Recherches astronomiques,* chapitre consacré à la planète Saturne.

» Le travail comprend :

» Les variations séculaires des éléments de l'orbite de la planète;

» Les très-petites perturbations produites par Vénus et par la Terre;

» Les perturbations périodiques du premier et du second ordre, dues à la présence de Jupiter;

» Les inégalités produites par Uranus;

» L'inégalité du second ordre qui dépend de *deux fois* le moyen mouvement de Jupiter, plus *trois fois* le moyen mouvement d'Uranus, moins *six fois* le moyen mouvement de Saturne;

» Enfin les termes dus à l'action de Neptune. »

ANALYSE. — *Sur la fonction exponentielle* (suite); par **M. Hermite.**

» V. Nous devons supposer, comme on l'a vu précédemment, que μ est un grand nombre; c'est ce qui conduit à déterminer, au moyen de la belle méthode donnée par Laplace [*De l'intégration par approximation des différentielles qui renferment des facteurs élevés à de grandes puissances* (*Théorie analytique des Probabilités*, p. 88)], l'expression asymptotique des intégrales

$$\int_0^a e^{-z} f^\mu(z)\, dz,\quad \int_a^b e^{-z} f^\mu(z)\, dz,\ldots,\quad \int_h^\infty e^{-z} f^\mu(z)\, dz,$$

afin d'en conclure pour Δ une valeur approchée, dont le rapport à la valeur exacte soit l'unité pour μ infini. Admettant, à cet effet, que les nombres entiers $a, b, \ldots, h$ soient tous positifs et rangés par ordre croissant de grandeur, de sorte que, dans chaque intégrale, la fonction $e^{-z} f^\mu(z)$, qui s'annule aux limites, ne présente, dans l'intervalle, qu'un seul maximum, je considérerai en premier lieu l'équation

$$\frac{f'(z)}{f(z)} = \frac{1}{\mu},$$

dont dépendent tous ces maxima. Or on sait que ses racines sont réelles et comprises, la première z_1 entre zéro et a, la seconde z_2 entre a et b, et ainsi de suite, la plus grande z_{n+1} étant supérieure à h. Envisagées comme fonctions de μ, il est aisé de voir qu'elles croissent lorsque μ augmente, et qu'en désignant par $p, q, \ldots, s$ les racines de l'équation dérivée $f'(z) = 0$ rangées par ordre croissant de grandeur, on aura, si l'on néglige $\frac{1}{\mu^2}$,

$$z_1 = p + \frac{1}{\mu}\frac{f(p)}{f''(p)},\quad z_2 = q + \frac{1}{\mu}\frac{f(q)}{f''(q)},\ldots,\quad z_n = s + \frac{1}{\mu}\frac{f(s)}{f''(s)},$$

et en dernier lieu $z_{n+1} = (n+1)\mu + \frac{a+b+\ldots+h}{n+1}$, une approximation plus grande n'étant pas alors nécessaire. Cela posé, si l'on écrit pour un instant

$$\varphi(z) = \frac{f(z)}{\sqrt{f'^2(z) - f(z) f''(z)}},$$

les valeurs cherchées seront

$$\sqrt{\frac{2\pi}{\mu}}e^{-z_1}f^{\mu}(z_1)\,\varphi(z_1),\ \sqrt{\frac{2\pi}{\mu}}e^{-z_2}f^{\mu}(z_2)\,\varphi(z_2),\ldots,\ \sqrt{\frac{2\pi}{\mu}}e^{-z_{n+1}}f^{\mu}(z_{n+1})\varphi(z_{n+1}),$$

mais ces quantités se simplifient comme on va le voir.

» Considérant la première pour fixer les idées, j'observe que nous avons

$$z_1 = p + \frac{1}{\mu}\frac{f(p)}{f''(p)},$$

où p satisfait à la condition $f'(p) = 0$, on en conclut $f(x_1) = f(p)$, en négligeant seulement $\frac{1}{\mu^2}$. Par conséquent, si l'on pose

$$f(z_1) = f(p)\left(1 + \frac{\alpha}{\mu^2} + \frac{\alpha'}{\mu^3} + \ldots\right),$$

puis d'une manière analogue

$$\varphi(z_1) = \varphi(p)\left(1 + \frac{\beta}{\mu} + \frac{\beta'}{\mu^2} + \ldots\right),$$

on aura d'abord

$$f^{\mu}(z_1) = f^{\mu}(p)\left(1 + \frac{\alpha}{\mu} + \ldots\right),$$

et l'on en tire aisément

$$f^{\mu}(z_1)\,\varphi(z_1) = f^{\mu}(p)\,\varphi(p)\left(1 + \frac{\gamma}{\mu} + \frac{\gamma'}{\mu^2} + \ldots\right).$$

» Ainsi, en négligeant seulement des quantités infiniment petites par rapport au terme conservé, nous pouvons écrire

$$\int_0^a e^{-z}f^{\mu}(z)\,dz = \sqrt{\frac{2\pi}{\mu}}\,e^{-p}f^{\mu}(p)\,\varphi(p),$$

et l'on aura de même

$$\int_a^b e^{-z}f^{\mu}(z)\,dz = \sqrt{\frac{2\pi}{\mu}}\,e^{-q}f^{\mu}(q)\,\varphi(q),$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,$$

$$\int_g^h e^{-z}f^{\mu}(z)\,dz = \sqrt{\frac{2\pi}{\mu}}\,e^{-s}f^{\mu}(s)\,\varphi(s).$$

» Mais, la dernière intégrale $\int_h^{\infty} e^{-z}f^{\mu}(z)\,dz$ est d'une forme analytique différente, en raison de la valeur $z_{n+1} = (n+1)\mu$ qui devient infinie avec μ. Pour y parvenir, je développerai, suivant les puissances descendantes de la

variable, l'expression

$$\log[e^{-z}f^{\mu}(z)\varphi(z)],$$

en négligeant les termes en $\frac{1}{z}$, $\frac{1}{z^2}$, ..., ce qui permet d'écrire

$$\log f(z) = (n+1)\log z, \quad \log\varphi z = \log\frac{z^{n+1}}{\sqrt{(n+1)z^{2n}+\ldots}} = \log\frac{z}{\sqrt{n+1}},$$

et, par suite,

$$\log[e^{-z}f^{\mu}(z)\varphi(z)] = (n\mu+\mu+1)\log z - z - \tfrac{1}{2}\log(n+1).$$

» Après avoir substitué la valeur de z_{n+1}, une réduction facile nous donnera, en faisant, pour abréger,

$$\theta(\mu) = (n\mu+\mu+1)\log(n+1)\mu - (n+1)\mu - \tfrac{1}{2}\log(n+1),$$

cette expression semblable à celle des intégrales eulériennes de première espèce

$$\int_h^{\infty} e^{-z}f^{\mu}(z)\,dz = \sqrt{\frac{2\pi}{\mu}}\,e^{\theta(\mu)}.$$

Maintenant on va voir comment les résultats ainsi obtenus conduisent aisément à la valeur du déterminant Δ.

» VI. J'effectuerai d'abord une première simplification en supprimant, dans les termes de la ligne horizontale de rang i, le facteur $\sqrt{\frac{2\pi}{\mu+i}}$, puis une seconde, en divisant tous les termes d'une même colonne verticale par le premier d'entre eux. Le nouveau déterminant ainsi obtenu, si l'on fait, pour abréger,

$$\mathrm{P} = f(p), \quad \mathrm{Q} = f(q), \ldots, \quad \mathrm{S} = f(s),$$

sera évidemment

$$\begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ \mathrm{P} & \mathrm{Q} & \mathrm{S} & e^{\theta(\mu+1)-\theta(\mu)} \\ \mathrm{P}^2 & \mathrm{Q}^2 & \mathrm{S}^2 & e^{\theta(\mu+2)-\theta(\mu)} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \cdots\cdots \\ \mathrm{P}^n & \mathrm{Q}^n & \mathrm{S}^n & e^{\theta(\mu+n)-\theta(\mu)} \end{vmatrix}.$$

» Or on voit que μ ne figure plus que dans une colonne, dont les termes croissent d'une telle manière que le dernier $e^{\theta(\mu+n)-\theta(\mu)}$ est infiniment plus grand que tous les autres. Nous avons en effet

$$\begin{aligned}\theta(\mu+i) &= \theta(\mu) + i\theta'(\mu) + \frac{i^2}{2}\theta''(\mu) + \ldots \\ &= \theta(\mu) + i\left[\frac{1}{\mu} + (n+1)\log(n+1)\mu\right] + \frac{i^2}{2}\left(-\frac{1}{\mu^2} + \frac{n+1}{\mu}\right) + \cdots,\end{aligned}$$

et par conséquent, si l'on néglige $\frac{1}{\mu}, \frac{1}{\mu^2}, \ldots,$

$$\theta(\mu + i) - \theta(\mu) = i(n+1)\log(n+1)\mu,$$

d'où

$$e^{\theta(\mu+i)-\theta(\mu)} = [(n+1)\mu]^{i(n+1)}.$$

En ne conservant donc dans le déterminant que le terme en μ de l'ordre le plus élevé, il se réduit simplement à cette expression

$$[(n+1)\mu]^{n(n+1)} \begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 \\ P & Q & S \\ P^2 & Q^2 & S^2 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ P^{n-1} & Q^{n-1} & S^{n-1} \end{vmatrix}.$$

» Il en résulte qu'on ne peut, en général, admettre que le déterminant proposé Δ s'annule, car les quantités $P = f(p)$, $Q = f(q), \ldots,$ fonctions entières semblables des racines $p, q, \ldots,$ de l'équation dérivée $f'(x) = 0$ seront comme ces racines différentes entre elles. C'est ce qu'il fallait établir pour démontrer l'impossibilité de toute relation de la forme

$$N + e^a N_1 + e^b N_2 + \ldots + e^h N_n = 0,$$

et arriver ainsi à prouver *que le nombre e ne peut être racine d'une équation algébrique de degré quelconque à coefficients entiers.*

» Mais une autre voie conduira à une seconde démonstration plus rigoureuse; on peut en effet, comme on va le voir, étendre aux fractions rationnelles

$$\frac{\Phi_1(x)}{\Phi(x)}, \quad \frac{\Phi_2(x)}{\Phi(x)}, \ldots, \quad \frac{\Phi_n(x)}{\Phi(x)}$$

le mode de formation des réduites donné par la théorie des fractions continues, et par là mettre plus complétement en évidence le caractère arithmétique d'une irrationnelle non algébrique. Dans cet ordre d'idées, M. Liouville a déjà obtenu un théorème remarquable qui est l'objet de son travail intitulé : *Sur des classes très-étendues de quantités dont la valeur n'est ni algébrique, ni même réductible à des irrationnelles algébriques* (*), et je rappellerai aussi que l'illustre géomètre a démontré le premier la proposition qui est le sujet de ces recherches pour les cas de l'équation du second degré et de

(*) *Comptes rendus*, t. XVIII, p. 883 et 910.

l'équation bicarrée [*Journal de Mathématiques* (*Note sur l'irrationnalité du nombre e*, t. V, p. 192)]. Sous le point de vue auquel je me suis placé, voici la première proposition à établir.

» VII. Soient : $F(z)$, $F_1(z)$,..., $F_{n+1}(z)$ les polynômes déduits de l'expression

$$z^{\mu}(z-a)^{\mu_1}(z-b)^{\mu_2}\ldots(z-h)^{\mu_n},$$

lorsqu'on attribue aux exposants μ, μ_1,..., μ_n, $n+2$ systèmes différents de valeurs entières et positives. En représentant, en général, par $\frac{\Phi_i^k(x)}{\Phi^k(x)}$ les fractions convergentes vers les exponentielles, qui correspondent à l'un quelconque d'entre eux $F_k(z)$, on pourra toujours déterminer les quantités A, B, C,..., L par les équations suivantes :

$$\begin{aligned}
&A\Phi(x)+B\Phi^1(x)+C\Phi^2(x)+\ldots+L\Phi^{n+1}(x)=0,\\
&A\Phi_1(x)+B\Phi_1^1(x)+C\Phi_1^2(x)+\ldots+L\Phi_n^{n+1}(x)=0,\\
&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,\\
&A\Phi_n(x)+B\Phi_n^1(x)+C\Phi_n^2(x)+\ldots+L\Phi_n^{n+1}(x)=0.
\end{aligned}$$

Mais, au lieu de conclure de telles relations des polynômes $\Phi_i^k(x)$ supposés connus, notre objet est de les obtenir directement et *a priori;* je vais établir pour cela qu'il existe, entre les intégrales indéfinies

$$\int e^{-zx}F(z)\,dz,\quad \int e^{-zx}F_1(z)\,dz,\ldots,\quad \int e^{-zx}F_{n+1}(z)\,dz,$$

une équation de la forme

$$\mathcal{A}\int e^{-zx}F(z)\,dz+\mathcal{B}\int e^{-zx}F_1(z)\,dz+\ldots+\mathcal{L}\int e^{-zx}F_{n+1}(z)\,dz=e^{-zx}\Theta(z),$$

les coefficients $\mathcal{A}$, $\mathcal{B}$,..., $\mathcal{L}$ étant indépendants de z, et $\Theta(z)$ un polynôme entier divisible par $f(z)$. Si l'on fait, en effet,

$$\mathcal{F}_k(z)=\frac{F_k(z)}{x}+\frac{F_k'(z)}{x^2}+\frac{F_k''(z)}{x^3}+\ldots,$$

on aura

$$\begin{aligned}
&\mathcal{A}\int e^{-zx}F(z)\,dz+\mathcal{B}\int e^{-zx}F_1(z)\,dz+\ldots+\mathcal{L}\int e^{-zx}F_{n+1}(z)\,dz\\
&\quad=-e^{-zx}[\mathcal{A}\mathcal{F}(z)+\mathcal{B}\mathcal{F}_1(z)+\ldots+\mathcal{L}\mathcal{F}_{n+1}(z)],
\end{aligned}$$

et il est clair que les rapports $\frac{\mathcal{B}}{\mathcal{A}}$, $\frac{\mathcal{C}}{\mathcal{A}}$,..., $\frac{\mathcal{L}}{\mathcal{A}}$ pourront être déterminés, et

d'une seule manière, par la condition supposée que le polynôme

$$\Theta(z) = -[\mathcal{A}\mathfrak{F}(z) + \mathcal{B}\mathfrak{F}_1(z) + \ldots + \mathcal{L}\mathfrak{F}_{n+1}(z)]$$

contienne comme facteur $f(z) = z(z-a)(z-b)\ldots(z-h)$. Nous conclurons de là en prenant les intégrales entre les limites $z = 0$ et $z = a$, par exemple

$$\mathcal{A}\int_0^a e^{-zx}\,\mathrm{F}(z)\,dz + \mathcal{B}\int_0^a e^{-zx}\,\mathrm{F}_1(z)\,dz + \ldots + \mathcal{L}\int_0^a e^{-zx}\,\mathrm{F}_{n+1}(z)\,dz = 0.$$

» Maintenant les relations

$$\int_0^a e^{-zx}\,\mathrm{F}(z)\,dz = \frac{e^{ax}\Phi(x) - \Phi_1(x)}{e^{ax}x^{\mathrm{M}+1}},$$
$$\int_0^a e^{-zx}\,\mathrm{F}_1(z)\,dz = \frac{e^{ax}\Phi^1(x) - \Phi_1^1(x)}{e^{ax}x^{\mathrm{M}_1+1}}, \ldots$$

donneront, en égalant séparément à zéro, le terme algébrique et le coefficient de l'exponentielle e^{ax}, si l'on fait, pour abréger,

$$\mathrm{A} = \frac{\mathcal{A}}{x^{\mathrm{M}+1}}, \quad \mathrm{B} = \frac{\mathcal{B}}{x^{\mathrm{M}_1+1}}, \ldots, \quad \mathrm{L} = \frac{\mathcal{L}}{x^{\mathrm{M}_{n+1}+1}},$$

les égalités suivantes :

$$\mathrm{A}\Phi(x) + \mathrm{B}\Phi^1(x) + \ldots + \mathrm{L}\Phi^{n+1}(x) = 0,$$
$$\mathrm{A}\Phi_1(x) + \mathrm{B}\Phi_1^1(x) + \ldots + \mathrm{L}\Phi_1^{n+1}(x) = 0.$$

» Or on aura de même, en prenant pour limites supérieures des intégrales $z = b, c, \ldots, h$,

$$\mathrm{A}\Phi_2(x) + \mathrm{B}\Phi_2^1(x) + \ldots + \mathrm{L}\Phi_2^{n+1}(x) = 0,$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,$$
$$\mathrm{A}\Phi_n(x) + \mathrm{B}\Phi_n^1(x) + \ldots + \mathrm{L}\Phi_n^{n+1}(x) = 0,$$

et il est aisé de voir que les coefficients A, B,..., L pourront être supposés des polynômes entiers en x. L'intégrale $\int_0^1 e^{-zx} z^m (z-1)^m dz$, qui figure dans la relation précédemment considérée (p. 21),

$$e^x\,\Pi(x) - \Pi_1(x) = \frac{x^{2m+1}e^x}{1.2.3\ldots m}\int_0^1 e^{-zx} z^m (z-1)^m\,dz,$$

nous servira d'abord d'exemple. »

ASTRONOMIE. — *Note sur le régulateur isochrone, construit par M.* Bréguet, *pour l'observation du passage de Vénus à Yokohama;* par M. **Yvon Villarceau.**

« L'Académie peut se rappeler que l'année dernière (le 10 juin) j'ai eu l'honneur de mettre sous ses yeux le premier spécimen d'un régulateur isochrone, établi sur les principes d'une théorie exacte. L'artiste n'avait eu à se préoccuper d'autre soin que celui de se conformer aux indications précises de la théorie : ce but, faute d'un outillage spécial, n'avait pas été atteint sans quelque difficulté. Toutefois ce premier essai permettait d'espérer qu'en prenant les dispositions nécessaires on parviendrait directement à réaliser un appareil qui n'eût à recevoir ultérieurement aucune retouche.

» Une occasion se présentait de tenter l'application sérieuse du nouvel instrument. En présence du résultat obtenu en 1872, la Commission du passage de Vénus a bien voulu autoriser la construction d'un régulateur isochrone pour la station de Yokohama, et m'a confié le soin d'en surveiller l'exécution. L'instrument étant terminé et ayant été soumis aux vérifications expérimentales nécessaires, j'aurai l'honneur aujourd'hui de présenter à l'Académie les résultats qui ont été obtenus.

» Au point de vue de la construction, le nouvel appareil de M. Bréguet offre un magnifique spécimen des produits de l'horlogerie française : aussi l'Académie apprendra-t-elle, sans étonnement, que l'instrument doive figurer à l'Exposition universelle de Vienne, circonstance qui nous prive actuellement de le mettre sous les yeux de l'Académie.

» Le nouveau régulateur se compose, comme le premier, de trois systèmes articulés, munis d'ailettes et disposés symétriquement autour de l'axe vertical central. Il importait que ces trois systèmes présentassent entre eux la plus parfaite égalité, que les longueurs des tiges articulées fussent parfaitement égales, ainsi que les distances des points d'articulations à l'axe central. C'est particulièrement pour réaliser ces diverses conditions qu'il était nécessaire de recourir à des dispositions spéciales que M. Bréguet a dû imaginer et dont le succès nous semble mis hors de doute par les résultats numériques qui vont être exposés.

» La durée des oscillations d'un pendule varie avec l'intensité de la pesanteur ; il en est de même de la durée des révolutions du régulateur isochrone, et les variations proportionnelles de l'une et de l'autre de ces

durées suivent exactement la même loi. En conséquence, l'artiste chargé de la construction de l'équatorial destiné à la station de Yokohama, ayant fixé le nombre de tours par seconde que devait faire le régulateur dans cette station, il a fallu en déduire le nombre de tours que le même appareil établi à Paris ferait dans le même temps, et l'on a trouvé, par seconde de temps sidéral, le nombre de $8^t,99840$. A ce nombre correspond une durée de $100^s,0177$ pour 900 tours du régulateur. Il détermine d'ailleurs la distance des points d'articulation des tiges oscillantes à l'axe central et la fixe à $2^{cm},364$.

» Préalablement, nous avions fait l'étude d'un deuxième type de régulateurs isochrones, dans lequel la longueur des tiges oscillantes avait été arbitrairement prise de 4 centimètres, et à laquelle correspond une distance de points d'articulation à l'axe central, qui est de $3^{cm},829$. Le rapport du nombre précédent à celui-ci étant 0,6175, il a suffi, conformément aux théorèmes concernant la similitude des régulateurs isochrones, de multiplier par ce coefficient toutes les dimensions linéaires du type considéré, pour obtenir les dimensions d'un appareil isochrone devant faire à Paris $8^t,99840$ par seconde de temps sidéral : les poids ont été obtenus en multipliant ceux du deuxième type par le cube du même coefficient.

» Le deuxième type diffère de celui réalisé en 1872, par les proportions de quelques pièces, par les dispositions relatives aux articulations, et particulièrement en ce qui concerne la situation donnée aux masses réglantes. Les tiges filetées qui supportent ces masses ont été implantées sur la face du parallélépipède opposée à celle qui regarde les ailettes. Par cette disposition, on évite l'indétermination plus ou moins accentuée de la position des masses réglantes qui se présentait dans la disposition primitive, et l'on augmente notablement la sensibilité de l'appareil. Le nouveau régulateur est effectivement doué d'une sensibilité remarquable, et les moindres irrégularités de la denture du mouvement d'horlogerie le font osciller. Des difficultés de construction, qui ont d'ailleurs été facilement surmontées, s'étaient opposées à ce qu'on adoptât tout d'abord cette disposition.

» Dès que l'instrument a été terminé, on a constaté que la vitesse requise était réalisée de très-près et que l'isochronisme laissait peu à désirer. Nous avons expliqué l'année dernière les causes qui s'opposent à ce que le résultat obtenu soit exactement d'accord avec la théorie : les densités des métaux employés ne sont pas exactement égales à celles sur lesquelles on comptait, les mesures linéaires et les poids ne pourraient aisément être réalisés au millième de millimètre ou au milligramme près, d'où la néces-

sité de corriger l'appareil en déplaçant les masses réglantes, conformément aux indications du calcul appliqué aux observations du mouvement de l'appareil.

» Il a suffi de déplacer ces masses de quelques filets pour obtenir les résultats suivants :

Observations faites le 1er juillet 1873.

Poids moteur.	Angle de l'axe des ailettes avec la verticale.	Durée de 900 tours en temps sidéral.
kg	°	s
32,4	40,74	100,10
27,4	36,70	100,13
21,4	31,79	100,09
17,4	26,68	100,07
13,9	22,11	99,95
10,9	17,43	99,91
8,6	12,45	100,07
6,9	8,27	100,31

» Chacun de ces résultats a été obtenu au moyen d'observations faites de 900 en 900 tours, ou à des intervalles d'environ 100 secondes, qui ont duré vingt minutes. Au dernier correspond une obliquité des tiges qui produit, dans les articulations, des pressions et par suite des frottements trop considérables pour un bon fonctionnement de l'appareil : aussi n'en tiendrons-nous aucun compte.

» En ne considérant donc que les sept premiers, on constate que, pour des charges variables de $8^{kg},6$ à $32^{kg},4$, les écarts de la durée de 900 tours par rapport à la moyenne n'excèdent pas $\pm 0^{s},1$; en d'autres termes l'isochronisme est réalisé à $\frac{1}{1000}$ près.

» Nous avons reconnu par le calcul qu'on ne réussirait pas, au moyen d'un nouveau déplacement des masses réglantes, à atténuer l'une de ces discordances, sans en aggraver ou en faire naître d'autres. La cause de ces anomalies et la possibilité de les réduire feront l'objet de nos investigations quand l'appareil sera revenu de Vienne.

» Quoi qu'il en soit, l'isochronisme réalisé sera largement suffisant, dans la plupart des cas, entre les limites correspondant aux charges de $8^{kg},6$ et $32^{kg},4$. Si, cependant, on voulait obtenir plus de précision, il suffirait de restreindre les positions des ailettes entre les limites $40°,74$ et $26°,68$, lesquelles répondent aux charges de $32^{kg},4$ et $17^{kg},4$; alors le défaut d'isochronisme se trouverait réduit à $\frac{1}{3000}$. Enfin, et c'est le cas de la pratique ordinaire, on peut, avec un bon rouage d'horlogerie, restreindre considé-

rablement l'amplitude du mouvement des ailettes, et, quelle que soit d'ailleurs leur position, *l'appareil conservera pendant très-longtemps la régularité de marche d'un chronomètre :* c'est ce qui résulte des observations faites par des positions sensiblement constantes des ailettes, où les erreurs se réduisent simplement à celles des observations ou à $\pm\, 0^s{,}07$ en moyenne.

» Nous terminerons cette Note en présentant le résultat de la 2e série d'observations faites le 12 juillet. Dans ces séries, qui ont duré une demi-heure, on agissait sur le mouvement d'horlogerie au moyen d'un frein serré arbitrairement; il avait seulement été recommandé à l'opérateur de ne pas faire dépasser aux ailettes les positions extrêmes $40^\circ{,}7$ et $12^\circ{,}4$. Les observations ont été faites de 450 en 450 tours du régulateur, ou à des intervalles d'environ cinquante secondes, de sorte que chaque série comprend trente-sept observations. Voici les erreurs de la marche de l'instrument comparée avec celle d'un chronomètre (l'unité étant le dixième de seconde):

2e *série*. . $+3+2+2+1+3+1 \quad 0-1-2-4-2 \quad 0 \quad 0-3$
$-1 \quad 0 \quad 0+1 \quad 0 \quad 0-1-1+1 \quad 0+1 \quad 0 \quad 0 \quad 0$
$-2-2-2-1+3 \quad 0+3+1+1.$

Erreur moyenne d'une observation isolée . . . . . . $= \pm\, 0{,}17$
» probable » . . . . . . $\pm\, 0{,}11$

» Les erreurs dues à l'instrument sont en réalité un peu moindres, puisque les précédentes sont affectées des erreurs d'observation.

» Les détails que nous venons de présenter montrent que le nouveau régulateur pourra conduire l'équatorial auquel il est destiné avec une extrême précision; nous y comptons d'autant plus que l'artiste, qui est chargé de la construction de cet équatorial, M. Eichens, saura maintenir une réputation légitimement acquise.

» Qu'il nous soit permis, en terminant, de remercier M. Bréguet pour les soins et le dévouement qu'il a mis à perfectionner un appareil dont il n'est pas l'auteur, et de signaler l'habileté de M. Roger, auquel M. Bréguet a confié le soin d'exécuter cette belle pièce d'horlogerie. »

ÉLECTRO-CHIMIE. — *Sur le mode d'intervention de l'eau dans les actions chimiques pendant le mélange des solutions salines neutres, acides et alcalines* (premier Mémoire); par M. **Becquerel**. (Extrait.)

« Les actions chimiques qui ont lieu dans le mélange des dissolutions salines, acides et alcalines sont accompagnées d'effets calorifiques et électriques qui peuvent servir à faire connaître le mode d'intervention de l'eau dans les effets produits. Les appareils calorimétriques donnent la mesure des quantités de chaleur dégagées; mais, pour déterminer l'intensité des effets électriques produits, il faut évaluer la force électromotrice qui a lieu lors de l'action de l'eau sur chacune des dissolutions, puis celle qui se manifeste pendant l'action des dissolutions les unes sur les autres.

» On entend par force électromotrice la cause en vertu de laquelle deux corps en contact se constituent dans deux états électriques différents par suite d'actions physiques, chimiques ou mécaniques. On mesure cette force par l'intensité du courant qu'elle produit dans un circuit fermé, et la comparant à celle d'un autre courant pris pour unité, les deux circuits ayant la même conductibilité électrique, ou bien en opposant dans le circuit un courant de force électromotrice variable et déterminée, de façon à contre-balancer son effet.

» La force électromotrice dans les actions chimiques est en rapport même avec leur énergie plus ou moins grande.

» M. Berthelot étudie cette question depuis déjà plusieurs années à l'aide du calorimètre. Il a publié son premier Mémoire, dans les *Annales de Chimie et de Physique* (4e série, t. XXIX, p. 94), sur l'état des corps dans les combinaisons, lequel renferme des faits importants, qui doivent être pris en considération dans l'analyse des effets électriques produits pendant le mélange des dissolutions salines, effets qui peuvent également montrer comment agissent dans les réactions l'eau et les parties constituantes des dissolutions. Ces faits mettent en outre en évidence un principe nouveau que nous indiquerons plus loin.

» Notre confrère s'est demandé quel rôle physique et chimique remplit le dissolvant, notamment l'eau dans le mélange de deux dissolutions; y a-t-il simplement dissolution, ou bien le dissolvant exerce-t-il une action propre sur un des éléments de sels, soit en formant un nouveau composé, soit en opérant une décomposition? Il a cherché, en un mot, dans quel état se trouvent les parties constituantes des sels à l'instant où les réactions s'opèrent; ces questions se présentent à l'esprit quand on cherche à con-

naître le mécanisme en vertu duquel s'opère l'action réciproque de dissolution, dont le dissolvant est le même. Une base se répartit-elle entre deux acides ou un acide entre deux bases? D'après quels principes sont formés les précipités qui se forment quelquefois dans le mélange? Avant d'aborder cette question, M. Berthelot s'est d'abord occupé des combinaisons formées avec les acides et les éthers. Il a reconnu, à l'aide d'essais alcalimétriques, que l'eau et les alcalis les décomposent très-lentement et progressivement, suivant une loi régulière et jusqu'à une limite. Parmi les résultats auxquels ses recherches calorimétriques l'ont conduit, je rapporterai le suivant, ainsi que l'explication qu'il en a donnée: si l'on met en présence le sulfate d'ammoniaque avec l'eau et un carbonate de potasse, quelques dix millièmes du premier sel se trouvent décomposés par l'eau seule, en acide sulfurique et ammoniaque, tenus en équilibre par l'antagonisme de l'eau et du sel neutre; mais l'addition du carbonate de potasse trouble cet équilibre, l'acide sulfurique libre ne pouvant subsister en sa présence, parce que la formation du sulfate de potasse dégage plus de chaleur que celle du carbonate; ce dernier sel est décomposé complétement par l'acide sulfurique équivalent, même lorsque les dissolutions sont étendues. On voit par là quel est le mécanisme en vertu duquel le sulfate d'ammoniaque et le carbonate de soude se décomposent réciproquement. Les sels ammoniacaux et métalliques se comportent de même dans le mélange de leurs dissolutions.

» Les effets électriques produits dans le mélange de ces dissolutions conduisent à des conséquences à peu près semblables, et permettent même de les généraliser.

» Voici la marche que j'ai suivie pour atteindre le but que je m'étais proposé; j'ai commencé par déterminer les forces électromotrices produites au contact des dissolutions et de l'eau et des dissolutions entre elles. La mesure de ces effets a permis de mettre en évidence les lois dont il sera question plus loin.

» Les appareils employés pour la détermination des forces électromotrices se composent des parties suivantes :

» 1° De tubes fêlés, dont les fêlures n'ont que quelques millièmes de millimètres d'étendue; d'éprouvettes dans lesquelles on les introduit après les avoir remplis de liquides convenables et où plongent des lames d'or ou de platine fixées à des fils de même métal, destinés à les mettre en communication avec un galvanomètre ou autre appareil ;

» 2° D'un galvanomètre très-sensible dont l'aiguille garde parfaitement le zéro ;

» 3° De deux piles à courant constant, formées l'une de couples de zinc amalgamé, zinc pur, d'une dissolution de sulfate de zinc parfaitement saturée et d'un diaphragme poreux en porcelaine dégourdie; cette pile fournit des couples étalons (1); l'autre pile est composée de couples à cadmium, dissolution de sulfate de cadmium, zinc amalgamé, sulfate de zinc, diaphragme poreux ; un couple de cette dernière équivaut à 45 de l'autre environ.

» On opère comme il suit : on met en opposition le couple dont on veut connaître la force électromotrice avec la pile étalon, en introduisant l'un et l'autre dans le circuit d'un galvanomètre, puis on cherche combien il faut ajouter de couples étalons pour ramener l'aiguille à zéro ; le nombre de couples nécessaires donne la mesure de la force électromotrice cherchée, dont l'unité est la force motrice du couple étalon ; ce procédé a l'avantage de faire connaître, dans la réaction de deux liquides l'un sur l'autre, la nature de cette réaction, c'est-à-dire de montrer celui qui se comporte comme acide ou comme alcali, par rapport à l'autre, puis son intensité; il y a certaines précautions à prendre pour avoir l'effet produit indépendamment des actions exercées par les liquides sur les électrodes; elles sont indiquées dans le Mémoire.

» On a commencé par chercher l'état électrique de l'eau distillée dans son contact avec diverses dissolutions salines; on a trouvé que l'eau est positive, et, par conséquent, joue le rôle d'acide à l'égard des dissolutions de sulfate de potasse, de soude, de magnésie, d'ammoniaque, etc., de nitrate de potasse, de soude, de magnésie, de baryte, de strontiane, de chaux, etc.; elle est négative, au contraire, par rapport aux dissolutions de chlorure de baryum, de strontium, de magnésium, de calcium, etc.

» En opérant 1° avec une dissolution saturée de sulfate d'ammoniaque introduite dans un tube fêlé, plongeant dans de l'eau distillée ; 2° avec une dissolution de carbonate de soude et l'eau distillée; 3° avec les deux dissolutions placées l'une dans un tube fêlé, l'autre dans une éprouvette. Les moyennes des dix expériences ont donné, pour forces électromotrices,

Première série d'expériences.

			Force électromotrice.
1er couple.	Sulfate d'ammoniaque...	—	..... 18,7.
	Eau distillée...........	+	
2e couple.	Carbonate de soude......	—	..... 38,9.
	Eau..................	+	
3e couple.	Sulfate d'ammoniaque...	+	..... 21.
	Carbonate de soude......	—	

(1) *Voir* les *Comptes rendus*, t. LXX, p. 74 (1840), Mémoire de M. Ed. Becquerel.

» Ces résultats indiquent sur-le-champ que la force électromotrice du 2e couple est égale à la somme des forces électromotrices des deux autres. Il résulte de là que la force électromotrice du 3e couple est égale à la différence des forces électromotrices du 2e et du 1er couple à 0,8 près. Les courants produits par les deux premiers couples sont dirigés en sens contraire, l'eau étant positive; on verra plus loin la conséquence à en tirer.

Deuxième série d'expériences.

			Force électromotrice.
1er couple.	Sulfate d'ammoniaque....	+	..... 9.
	Chlorure de baryum.....	—	
2e couple.	Sulfate d'ammoniaque....	—	..... 20.
	Eau..................	+	
3e couple.	Chlorure de baryum.....	—	..... 11.
	Eau..................	+	

» On voit encore, dans cette série d'expériences, que la force électromotrice du 1er couple est égale à la différence des deux autres.

» Les résultats consignés dans ces deux séries d'expériences sont faciles à expliquer; considérons d'abord les résultats de la première série.

» L'eau étant positive par rapport à la dissolution de sulfate d'ammoniaque, c'est une preuve qu'elle réagit sur ce sel; elle attire à elle une très-faible portion d'ammoniaque, et la dissolution devient négative, l'eau positive. L'ammoniaque se trouve attirée, d'autre part, par les actions antagonistes de l'acide et du sel; il en résulte un état d'équilibre qui est troublé par la présence d'un autre élément; or il en est de même dans le couple où se trouve le carbonate de soude, l'eau étant encore positive.

» Cela posé, si l'on considère le couple sulfate d'ammoniaque et carbonate de soude, il faut que l'eau de la dissolution du carbonate réagisse sur le sulfate comme celle du sulfate sur le carbonate, puisque la force électromotrice des deux dissolutions est égale à la différence des deux autres, en même temps que les deux courants sont dirigés en sens contraire. La loi est vérifiée également dans les résultats de la deuxième série. Les effets électriques observés résultent seuls de la réaction de l'eau sur les deux sels, attendu que l'échange de base, qui est le résultat d'une double décomposition, ne trouble jamais l'équilibre des forces électriques.

» Il n'en est plus de même dans la réaction des dissolutions acides sur les dissolutions alcalines, attendu que, indépendamment de l'action de l'eau sur les dissolutions, il y a encore celle de l'acide sur l'alcali. L'expérience confirme cet état de choses.

Troisième série d'expériences.

			Force électromotrice.
1er couple.	Acide azotique..........	+	..... 122.
	Potasse................	—	
2e couple.	Potasse..............	—	..... 43.
	Eau..................	+	
3e couple.	Acide azotique..........	+	..... 72.
	Eau..................	—	

» Ces résultats indiquent que la force électromotrice des deux dissolutions, ou celle du 1er couple, est égale à la somme des forces électromotrices des deux autres, plus un excédant de 7, qui ne peut provenir que de la réaction de l'acide sur la potasse, l'un et l'autre anhydres.

Quatrième série d'expériences.

			Force électromotrice.
1er couple.	Acide azotique..........	+	..... 120.
	Ammoniaque...........	—	
2e couple.	Acide azotique..........	+	..... 70.
	Eau..................	—	
3e couple.	Ammoniaque...........	—	..... 45.
	Eau..................	+	

» Mêmes conséquences à tirer, si ce n'est que la différence est de 5 au lieu de 7. Les rapports entre les forces électromotrices sont exacts, mais non tout à fait la valeur absolue de chacune d'elles, vu les causes d'erreur que l'on rencontre quelquefois, et sur lesquelles je reviendrai dans un autre Mémoire. La méthode que je viens d'exposer pour analyser les réactions partielles qui ont lieu dans le mélange de deux dissolutions peut être employée également dans le mélange de trois dissolutions; il suffit, pour cela, de chercher la force électromotrice de chacune des dissolutions des composantes dans leur contact avec l'eau et celle de ces dissolutions entre elles. J'ai décrit ensuite un procédé très-simple, à l'aide duquel on vérifie l'exactitude des résultats obtenus, lequel consiste à mettre en opposition les couples ou les assemblages de couples qui sont égaux ou présentent des différences, et à les introduire dans le circuit d'un galvanomètre : si l'aiguille aimantée reste à zéro, c'est une preuve que les forces électromotrices sont égales; si elle est déviée, on détermine la force électromotrice qui correspond à la déviation.

» On déduit des faits consignés dans le Mémoire les conséquences suivantes :

» 1° Dans le mélange de deux dissolutions salines neutres donnant lieu

à des doubles décompositions, ces décompositions s'opèrent par l'intermédiaire des réactions de l'eau sur les parties constituantes des sels.

» 2° Dans la réaction des dissolutions acides sur les dissolutions alcalines, l'eau est encore le principal agent par l'intermédiaire duquel elle s'opère. L'affinité de l'acide pour l'alcali, l'un et l'autre anhydres, entre pour une partie, faible à la vérité, dans la production des forces électromotrices.

» Les recherches dont je viens de rendre compte à l'Académie sont à leur début; elles exigeront beaucoup de temps pour être complétées et permettent d'envisager l'électro-chimie sous un nouveau point de vue.

» Les expériences dont il s'agit exigent le concours de deux personnes, à cause des manœuvres à opérer et des préparations à faire. J'ai été aidé, comme précédemment, par M. Guerout, que M. le Ministre de l'Instruction publique a bien voulu attacher à mon laboratoire. »

PHYSIQUE. — *Sur les modifications du pouvoir magnétique de l'acier par la trempe ou le recuit;* par M. **J. Jamin.**

« La méthode que j'emploie pour apprécier la puissance d'un aimant consiste à placer sur le point qu'on veut étudier un petit contact d'épreuve en fer doux et à mesurer la force d'arrachement, en grammes, au moyen d'un ressort gradué, que l'on tend peu à peu. Mais comme cette force dépend de la grosseur et de la forme de ce contact, il est nécessaire d'en fixer les dimensions, si l'on veut rapporter toutes les mesures à une unité définie et qui puisse être aisément reproduite. Je propose de constituer ce contact par un fil de fer doux, de section égale à 1 millimètre et de longueur assez grande pour qu'on puisse la considérer comme infinie.

» Il n'est pas nécessaire de réaliser ce contact, car je me suis assuré que la force d'arrachement est toujours proportionnelle à la section des fils employés. On pourra donc en prendre un quelconque, et diviser la force observée par la section pour avoir le résultat qui convient au fil unité. On pourra même donner au contact d'épreuve une forme quelconque, arrondie par le bas, ce qui en rend l'emploi plus commode, et chercher, une fois pour toutes, le rapport de ses indications à celles du contact unité. C'est ce que je ferai à l'avenir.

» Cette convention faite, je vais étudier comment varie la faculté magnétique des divers aciers, après qu'on les a trempés ou recuits. Je chauffe les barreaux au rouge, dans un moufle, au milieu d'un fourneau à gaz, du système Perrot; je les trempe à l'eau et je les fais revenir sur plusieurs cha-

lumeaux à gaz alignés. Après ces opérations, je les aimante dans une spirale formée de 376 mètres de fil de cuivre, de 2 millimètres de section, en y faisant passer le courant d'une pile ordinairement composée de 12 éléments Bunsen. J'ai opéré sur des barreaux à peu près égaux, peu longs (30 centimètres), assez larges et assez épais pour que, étant aimantés à saturation, ils constituent des aimants normaux. J'ai montré que, dans ce cas, la force d'arrachement, à l'extrémité, est proportionnelle à la longueur l, de sorte que le quotient de cette force par cette longueur est pour chaque acier une constante qui mesure sa qualité.

» Il y a deux cas à distinguer : 1° On mesurera la force d'arrachement F pendant le passage du courant, c'est-à-dire l'aimantation temporaire, celle qu'on observe dans les électro-aimants : elle varie avec l'intensité du courant, avec les dimensions du barreau; mais, si toutes ces choses sont égales, $\frac{F}{l} = H$ est proportionnel au *pouvoir magnétique* de la matière employée et peut servir à le représenter. 2° On mesurera ensuite la force d'arrachement f, après que le courant sera interrompu : force de saturation, indépendante de l'intensité primitive du courant, ainsi que de la largeur et de l'épaisseur du barreau, mais proportionnelle à l; de sorte que $\frac{f}{l} = k$ sera, pour un même acier, un coefficient invariable, que nous nommerons *coefficient de polarité*. Il mesure la faculté, non de prendre, mais de garder le magnétisme. H et k ne varient point de la même manière; pour le fer doux H est très-grand, k est nul; pour les aciers trempés, H est moindre et k prend des valeurs d'autant plus grandes que l'aimant est meilleur.

» *Aciers trempés.* — Le fer doux ne durcit pas quand on le trempe; mais il en est autrement des aciers : ceux qui sont pauvres en carbone prennent peu de dureté, ceux qui ont une richesse moyenne deviennent élastiques et résistent à la lime; quant à ceux qu'on a fortement cémentés et qui ont été martelés, ils deviennent fragiles comme le verre et perdent toute solidité : on dit alors qu'ils sont brûlés. Or le fer doux est de toutes les substances celle qui prend le plus grand magnétisme temporaire; les aciers trempés en reçoivent beaucoup moins, et d'autant moins que l'effet produit sur eux par la trempe a été plus énergique. H va donc en diminuant depuis le fer doux jusqu'aux aciers les plus riches et les plus durs. Ces derniers se montrent rebelles à l'aimantation; on peut dire qu'ils sont analogues au manganèse et au nickel et qu'ils perdent presque entièrement toute faculté magnétique. Pour en donner une idée, je citerai un échantillon d'acier fondu très-dur, qui m'avait été remis par M. Dalifol, un de nos plus habiles fabricants d'acier. Cet échantillon avait été martelé et ensuite recémenté.

Recuit au rouge, il offrait une force d'arrachement considérable, égale à 1290 grammes pour un courant de 12 éléments. Il fut trempé ensuite, puis remis dans les mêmes conditions, et la force d'arrachement se réduisit à 75 grammes, c'est-à-dire à rien. On peut même se demander si une trempe encore plus vive ne ferait pas disparaître en totalité ce reste de pouvoir magnétique, si même l'effet ne changerait pas de signe. En tout cas, cette propriété, jusqu'alors inaperçue, révèle une relation simple entre les effets connus de la trempe et la valeur du coefficient magnétique. Je m'occupe d'en rechercher les lois.

» Le magnétisme gardé par un barreau après la cessation du courant est toujours beaucoup plus faible que pendant l'aimantation, c'est-à-dire que k est toujours plus petit que H. Il en résulte cette conséquence imprévue que les aciers riches en lames minces et fortement trempés, qui s'aimantent très-peu par le passage du courant, ne conservent rien après qu'il a passé et sont absolument inaptes à devenir des aimants permanents. Au contraire, les aciers moyens ou pauvres, pour lesquels H est très-grand, conservent une polarité, c'est-à-dire une valeur de k notable, comme on le verra dans les tableaux qui suivent. Ces aciers peuvent donc constituer d'excellents aimants, après une trempe vive et sans recuit.

» *Aciers revenus.* — Pour donner aux aciers le degré de dureté voulu, il faudrait les tremper à des températures variables et déterminées, ce qui serait difficile. On suit une autre méthode, qui consiste à les tremper au rouge et à dépasser ainsi le point voulu, pour les y ramener en les réchauffant. On utilise, pour apprécier les températures de ce *revenu*, les colorations que le dépôt d'oxyde détermine sur les surfaces, ce qui est un procédé très-simple et très-précis. Voici comment varient H et k pendant cette opération.

» Pour tous les aciers, qu'ils soient pauvres, moyens ou rebelles, H varie de la même manière : il augmente quand la température du revenu s'élève ; cela veut dire que le pouvoir magnétique augmente depuis la trempe roide, où il est minimum, jusqu'au recuit fait à la température rouge, où il atteint sa plus grande valeur possible. C'est ce que l'on verra en parcourant les valeurs de H dans les tableaux qui suivent. On remarquera que leurs variations sont d'autant plus grandes que l'effet de la trempe avait été plus accentué.

» Quant au coefficient de polarité k, il suit des lois plus complexes. Pour les aciers pauvres ou moyens, il est maximum après la trempe roide, et il diminue continûment par le revenu jusqu'à être nul ou très-faible par le

recuit complet fait à la température rouge : tels sont les aciers de Niederbronn, ceux qu'on connaît dans le commerce sous la désignation de *trois têtes de bœuf*, de *trois doubles marteaux*, etc. Pour cette première catégorie de substances, la faculté de *prendre* le magnétisme va donc en augmentant depuis un minimum, après la trempe, jusqu'à un maximum voisin de celui de fer doux après le recuit, tandis que la propriété de *garder* le magnétisme va en diminuant entre ces deux limites.

» Pour les aciers rebelles, qui ne prennent après la trempe qu'une aimantation temporaire insignifiante et qui ne gardent rien après le passage du courant, les coefficients de polarité k, d'abord très-petits, croissent jusqu'à un certain degré de revenu, atteignent un maximum et diminuent quand ce revenu est dépassé ; ils diminuent jusqu'au recuit complet, mais ils ne deviennent pas nuls et restent quelquefois assez considérables. En résumé, on peut dire que toutes les catégories d'acier atteignent un maximum pour leur coefficient de polarité, mais dans des conditions diverses : les aciers pauvres ou moyens après la trempe roide ; les aciers riches ou rebelles et très-fortement trempés après un degré de revenu dont la température est d'autant plus élevée que l'effet de la trempe avait été plus grand ; après quoi les valeurs de k décroissent jusqu'à un minimum.

» Si l'on veut, avec un acier donné, faire les meilleurs aimants possibles, il faut atteindre ce maximum, et pour cela il faut traiter différemment les divers aciers : il faut tremper sans les recuire les aciers moyens, il faut recuire les aciers riches et rebelles après les avoir trempés, et les recuire en proportion de leur trempe, les uns au jaune, les autres au bleu, quelquefois très au delà. Il n'y a pas de règle fixe ; chaque matière exige un traitement particulier ; mais il sera toujours facile de découvrir ce traitement après une étude préalable faite sur un échantillon. L'ignorance où l'on a été jusqu'à présent de ces conditions explique toutes les incertitudes des constructeurs, les insuccès des uns, les réussites inespérées des autres et les pratiques secrètes de quelques-uns. Aujourd'hui chacun pourra faire le meilleur aimant possible avec l'acier qu'il possède ; il pourra même corriger les aimants inactifs qu'on trouve partout ; par une nouvelle trempe et un nouveau recuit, il les amènera à leur maximum.

» Le tableau suivant contient les diverses valeurs de H et k pour divers aciers. On a marqué par des chiffres plus gros les valeurs maxima de k. On voit que, pour les obtenir, il faut tremper les aciers de commerce et recuire au contraire, même à des températures assez hautes, les aciers de M. Dalifol qui étaient très-riches. Les valeurs de k représentent la force d'arrachement en grammes pour un fil d'épreuve de 1 millimètre de sec-

tion, à l'extrémité d'un barreau de 1 millimètre de longueur. Si cette longueur devenait l, cette force serait kl. Ces résultats ne doivent être considérés que comme un premier aperçu ; ils sont néanmoins suffisants pour faire comprendre dans leur ensemble les modifications que la trempe et le recuit font éprouver aux divers aciers. Il faudra maintenant découvrir ceux de ces aciers qui atteignent le maximum le plus élevé et aussi ceux qui perdent le moins par le temps. Ce sera l'objet d'une Communication prochaine.

Valeurs de H *et de* k.

DÉSIGNATION de l'acier.	TROIS TÊTES DE BOEUF.		SHEFFIELD.		TROIS DOUBLES MARTEAUX.		ACIERS DE M. DALIFOL.							
							Coulé.		Coulé, étiré.		Coulé, martelé.		Acier au wolfram.	
	H	k	H	k	H	k	H	k	H	k	H	k	H	k
Trempé au rouge......	0,94	**0,24**	0,66	**0,22**	0,79	**0,28**	0,63	0,12	0,70	0,12	0,08	0,01	0,20	0,13
Revenu au jaune......	1,16	0,18	//	//	//	//	0,86	**0,25**	1,12	**0,24**	0,17	0,07	0,64	0,30
» au 1[er] bleu....	1,31	0,17	0,92	0,20	1,26	0,25	//	//	//	//	0,33	0,12	//	//
» au bleu blanc.	1,42	0,16	//	//	1,26	0,25	1,11	0,16	1,27	1,17	0,83	0,16	1,16	**0,32**
» au 2[e] bleu....	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	1,23	**0,28**	//	//
Recuit au four........	1,61	0,00	1,52	0,01	1,66	0,00	//	0,14	1,50	0,10	1,49	0,13	1,55	0,19

ASTRONOMIE. — *Sur le degré de visibilité que l'on peut atteindre avec des lunettes astronomiques de petites dimensions.* Note de M. D'ABBADIE.

« Dans ses *Practical Observations on telescopes*, Kitchiner annonçait, en 1815, qu'une lunette, construite par Ramsden, ayant un objectif triple de 57 millimètres d'ouverture et 686 de foyer, montrait bien le compagnon de la Polaire avec un grossissement de 70 fois, et qu'on le voyait encore, mais avec grand'peine et une amplification de 50 seulement, quand l'objectif avait été réduit à 44 millimètres.

» Peu de temps avant la mort de Dawes, j'engageai cet éminent observateur anglais à publier quelques résultats de sa bien grande expérience dans l'usage des lunettes. C'est ce qu'il fit dans le tome XXXV des *Mémoires de la Société royale astronomique*. Parmi les faits qu'il y énumère, il dit qu'une lunette de Dollond, montée aussi sur des tubes en tirage, ayant $40^{mm},6$ d'ouverture et 495 de distance focale, montrait aisément le compagnon de la Polaire, et presque sans anneaux ambiants. On continuait à

voir cette étoile double après avoir réduit l'ouverture à 35,6, et même à 33 millimètres seulement quand le ciel était extraordinairement favorable aux observations.

» Curieux d'expérimenter moi-même une bonne lunette d'aussi petite dimension, j'avais prié le P. Perry, directeur de l'Observatoire de Stonyhurst, de m'en procurer une dont l'ouverture serait limitée à 45 millimètres. La lunette, que ce savant a pris la peine de choisir et de m'envoyer, il y a un an, a été faite par Mr. Dallmeyer, de Londres. Son objectif est un peu plus grand et a 47 millimètres, la distance focale étant de 500. Avec un grossissement de 30 fois, cette lunette sépare la Polaire en deux. Par un beau ciel, on obtient la même netteté de vision avec des amplifications de 50 et même de 78 fois. On y sépare aussi avec facilité le couple N. de ε de la Lyre, mais le couple S. ne s'y distingue qu'avec peine.

» Cette perfection dans les petites lunettes n'est pas inconnue aux artistes français. Après quelques recherches chez nos opticiens, j'ai trouvé une lunette ayant 40 millimètres seulement d'ouverture, 495 de distance focale, et qui, supportant bien un grossissement de 60 fois, montre le compagnon de la Polaire. Cette lunette est montée sur trois tubes en tirage, et a été construite par M. Bardou. Au lieu d'un objectif à trois verres, comme les lunettes précitées, celle-ci n'a qu'un objectif ordinaire à deux verres.

» La difficulté qu'on éprouve à voir le compagnon de la Polaire vient de ce qu'il est de neuvième grandeur, qu'il est éloigné de 18 secondes seulement d'une étoile de deuxième grandeur, et qu'il disparaît le plus souvent sous les faux appendices lumineux qui, dans les petites lunettes ordinaires, sont attachés à toutes les grosses étoiles. On ne trouve pas, dit-on, une lunette sur cent qui soit exempte de ces appendices et qui, par conséquent, montre bien ronde une étoile de première grandeur.

» J'ai cru pouvoir citer ces données pour indiquer aux amateurs d'Astronomie quel degré de visibilité on peut atteindre avec de petits instruments, et surtout pour affirmer que, dans une lunette, la perfection du travail de ses verres est plus importante que leur grande dimension. »

THERMODYNAMIQUE. — *Démonstration directe des principes fondamentaux de la Thermodynamique; lois du frottement et du choc d'après cette science.* Note de M. **A. Ledieu**. (Extrait par l'auteur.)

« I. *Considérations générales.* — Les idées se portent aujourd'hui vers des recherches partant d'un *certain mouvement supposé* pour les ébranle-

ments des atomes pesants ou éthérés, qui produisent les phénomènes calorifiques.

» Les travaux sur cette matière ne sont encore qu'en très-petit nombre, et ils ne concernent que les gaz. Toutefois M. Clausius a récemment (n° CXLII des *Annales de Poggendorff*) attaqué la question d'une manière plus générale, et s'est proposé de déduire uniquement des théorèmes connus de la mécanique le principe de Carnot.

» Nous nous proposons aujourd'hui d'abord le même sujet, en l'étendant, et en en formant une sorte de corps de doctrine, comprenant des démonstrations directes des principes fondamentaux de la Thermodynamique.

» Après avoir lu l'enchaînement de nos démonstrations, le lecteur pourra apprécier ce qu'il y a d'original dans notre travail, et juger en quoi consistent et d'où proviennent les différences existant entre nos raisonnements et ceux de M. Clausius.

» Au surplus, les recherches que nous avons entreprises sont indispensables pour arriver à une explication complète et conforme à la thermodynamique des lois du frottement et du choc, explication que nous donnons à la suite de nos démonstrations directes des principes fondamentaux de cette science.

» Rien n'empêche de ne considérer dans les corps naturels que leurs atomes pesants, c'est-à-dire d'établir les formules en faisant abstraction de l'éther que ces corps contiennent en quantité constante ou variable. On regarde alors cet éther comme un système matériel à part, dont les actions sur le corps donné doivent être comptées au nombre des forces extérieures ou mieux étrangères. Toutefois, l'abstraction dont il s'agit n'est pas toujours pratiquement acceptable; car elle conduit à des lois qui ne sont pas vérifiables, à moins de considérer comme négligeables les *effets définitifs* dus à l'éther; nous disons les *effets définitifs*, car les effets intermédiaires peuvent être indispensables pour la propagation du calorique et l'établissement de l'équilibre de température des atomes pesants. Ajoutons que la possibilité de regarder comme négligeables les effets *définitifs* dus à l'éther dans l'échauffement des corps semble justifiée par ce fait qu'un même corps solide en bloc ou réduit en poussière possède la même capacité calorifique.

» Dans tous les cas, lorsqu'on trouvera nécessaire de considérer pour chaque corps naturel l'ensemble de ses atomes pesants et éthérés, on verra

aisément que les formules obtenues avec ladite abstraction conviennent entièrement à la supposition que la quantité d'éther renfermée dans le corps demeure constante, quels que soient la température et l'état physique ou constitutif de celui-ci.

» Notre mode de procéder évite de se lancer dans les suppositions compliquées et toutes gratuites de *dynamides* ou autres. Nous nous bornons d'ailleurs à considérer les corps composés, aussi bien que les corps simples, comme des agrégats d'atomes, sans nous occuper des groupements des atomes entre eux pour former les molécules. Le nombre des hypothèses se trouve ainsi réduit au minimum, ce qui est philosophiquement la véritable manière de faire avancer les questions, en les simplifiant au lieu de les compliquer. Cette voie offre d'ailleurs l'avantage d'être entièrement en harmonie avec les faits; car les phénomènes calorifiques qu'on expérimente en physique, ou que, pour l'industrie, on a besoin de connaître *a priori*, concernent en définitive les atomes pesants des corps naturels.

» II. *Exposé de la marche suivie pour arriver à nos démonstrations.* — Nous reportant à une conception imaginée par Coriolis, dans son Traité de « Mécanique des corps solides », nous supposons que tout système de points matériels est à chaque instant solidifié, sans que rien soit changé à l'ensemble des forces et des quantités de mouvement qui actionnent le système. Le mouvement de ce solide fictif constitue le *mouvement d'ensemble* du système; le mouvement particulier de chaque atome composé avec ce mouvement d'ensemble pris en sens contraire donne le mouvement relatif de l'atome par rapport au solide fictif, c'est-à-dire son *mouvement propre*.

» Ce mouvement propre, à son tour, se décompose en deux autres: l'un correspond au *changement de volume* que le corps peut subir à chaque instant sous des influences extérieures; l'autre, provenant du fait même de la décomposition, ne pourra être, d'après les idées actuelles sur la chaleur, qu'*un mouvement vibratoire*.

» Hâtons-nous d'ajouter que nous allons définir rigoureusement le *mouvement de changement de volume*, dès que nous aurons donné quelques explications relatives aux vibrations.

» La vibration la plus simple à concevoir consiste dans le parcours par chaque atome d'une courbe fermée, décrite avec une vitesse variable de grandeur et de sens à chaque instant, mais repassant par les mêmes valeurs au bout d'un temps déterminé, qu'on appelle la *durée de la vibration*. Toute-

fois, il n'est pas nécessaire que les trajectoires soient des courbes fermées pour que les résultats qui conviennent à ce cas particulier se trouvent applicables à une hypothèse plus générale concernant des trajectoires non fermées. Cette hypothèse, que nous adopterons, et qui est essentiellement plausible, consiste : 1° à considérer la vitesse de chaque atome décomposée suivant trois directions respectivement parallèles aux axes des X, des Y et des Z; 2° à supposer que, dans tout corps en équilibre de température, chacune de ces vitesses repasse, sinon rigoureusement au moins *en moyenne*, par les mêmes valeurs, au bout d'un temps fixe et déterminé, différent pour chaque composante. Il est évident que pour tout temps égal à la plus petite fraction de seconde, renfermant un nombre entier de fois les durées des trois vibrations composantes dont nous venons de parler et que d'ailleurs nous supposerons toujours moyennement commensurables entre elles, les choses se passeront de la même manière que s'il s'agissait d'une vibration sur trajectoire fermée, s'exécuant dans ce temps; et nous appellerons cette vibration *vibration complexe*.

» Dans les corps simples, la vibration complexe sera considérée comme moyennement de même durée pour tous les atomes. Dans les corps composés, on ne saurait admettre qu'il en est ainsi que pour les séries d'atomes de même espèce, jouant d'ailleurs le même rôle dans chaque molécule intégrante. Mais les choses pourront encore dans ce cas être ramenées fictivement au cas d'une trajectoire fermée. Il suffira, à cet effet, de prendre pour durée commune de vibration la plus petite fraction de seconde renfermant un nombre entier de fois les durées des diverses vibrations complexes, relatives aux différentes séries d'atomes de même espèce et de même rôle dans le corps composé, ces durées étant pareillement supposées moyennement commensurables entre elles.

» Quand il y aura lieu de considérer les corps avec l'éther qu'ils renferment, on regardera, au point de vue des vibrations, les atomes de cette substance comme les atomes d'un corps simple ordinaire faisant partie d'un corps composé.

» Nous considérerons la durée des vibrations, soit simples, soit complexes, ordinaires ou composées, comme extrêmement courtes et échappant entièrement à toute appréciation chronométrique.

» Pour le gaz, un des points de départ de leur théorie consiste à supposer que leurs atomes sont sans cesse animés de mouvements de translation dans tous les sens, et que leurs trajectoires de translation sont

formées de parties rectilignes très-petites, reliées par des parties courbes, et reviennent en définitive à des zigzags irréguliers, renfermés dans un très-petit espace. Or il est plausible d'admettre que ces mouvements de translation se superposent à des mouvements oscillatoires qui leur seraient perpendiculaires ou même inclinés. Mais, en fin de compte, la composition de ces deux sortes de mouvement revient à des vibrations uniques de forme hélicoïdale, auxquelles toutes les conventions précédentes sont entièrement applicables.

» Ainsi que nous le montrerons plus tard, la température d'un corps doit être considérée comme caractérisée par la force vive moyenne vibratoire de ses atomes. Quand un corps change de volume et de température, les vibrations simples ou complexes de ses atomes se modifient elles-mêmes d'une manière incessante en étendue comme en durée. On peut concevoir, à un moment quelconque, pour chaque point, la vibration *instantanée* correspondant au volume et à la température que possède le corps à ce moment, c'est-à-dire la vibration qui existerait réellement si, à partir dudit moment, le volume et la température demeuraient constants. Le déplacement qu'éprouve chaque point en n'occupant plus dans l'espace les *mêmes positions* à de *mêmes périodes* ou phases de la durée de sa vibration *instantanée*, est dû à la fois au changement du volume et à celui de la température. Mais si l'on suppose que, toutes choses égales d'ailleurs, la dernière de ces quantités ne change pas, ledit déplacement représentera le *mouvement de changement de volume* dont nous avons parlé plus haut sans le préciser.

» Si, après avoir examiné les différents mouvements des atomes des corps, nous considérons les forces qui les actionnent, nous remarquerons que toutes ces forces sont en définitive des forces moléculaires; seulement elles doivent être classées en trois catégories, savoir :

» Les *forces mesurables physiquement;*

» Les *forces moléculaires régulières;*

» Les *forces moléculaires irrégulières*, ou mieux *erratiques*.

» 1° Les *forces mesurables physiquement* sont caractérisées par le fait qu'elles peuvent être regardées comme constantes en grandeur et en direction pendant le temps extrêmement court qui correspond à la durée des vibrations, entendue comme il a été dit plus haut. Nous rangerons dans cette classe de forces la pesanteur, la force musculaire des hommes et des animaux, les pressions des fluides contre les parois des vases qui les renferment, et *vice versa* la réaction de ces parois sur eux, etc.

En d'autres termes, nous considérerons les actions moléculaires donnant lieu à toutes ces forces comme ayant leur résultante sur chaque point d'un système matériel, constante de grandeur et de direction pendant la durée de chaque vibration, sinon mathématiquement, du moins *en moyenne*, ainsi que cela est admis implicitement en Mécanique industrielle.

» 2° Les *forces moléculaires régulières* sont caractérisées par le fait qu'elles changent de grandeur et de direction avec une rapidité de même ordre que celle des vibrations, mais suivant une loi déterminée propre à chaque cas, et provenant précisément de ce que les distances respectives des atomes se modifient elles-mêmes d'une manière normale.

» Nous rangerons dans cette classe de forces les forces dites *intérieures*, s'exerçant dans les corps solides entre les atomes qui les constituent.

» Comme nous le démontrerons ultérieurement, la somme des travaux des forces moléculaires régulières, relatifs aux mouvements d'ensemble, s'annulent toujours, aussi bien lorsque ces forces sont dues au frottement ou à un choc que quand elles proviennent des actions mutuelles des atomes des corps. Mais il n'en est plus de même pour leurs travaux relatifs aux mouvements vibratoires et aux mouvements de modification de volume, de sorte que les changements des forces vives vibratoires ainsi que des forces vives de variation de volume, quand elles ne sont pas négligeables, dépendent en partie desdits travaux.

» 3° Les *forces moléculaires irrégulières*, ou mieux *erratiques*, sont caractérisées par le fait qu'elles changent de grandeur et de direction avec une rapidité de même ordre que celle des vibrations, mais *sans aucune loi*. Dès lors, la somme de leurs travaux relatifs tant aux mouvements d'ensemble qu'aux mouvements de modification de volume, s'annulent toujours, puisqu'il n'y a pas de raison pour que cette somme soit plutôt négative que positive. Mais il n'en est plus de même pour leurs travaux relatifs aux mouvements vibratoires, de sorte que les variations des forces vives vibratoires dépendent alors de ces travaux, aussi bien, du reste, comme nous l'avons dit il y a un instant, que des travaux de même nature des forces moléculaires régulières.

» Parmi les forces qu'on rencontre dans la nature, jouissant de la propriété d'être erratiques, nous placerons en première ligne les forces dites *calorifiques*, qui, d'après les idées actuelles sur la chaleur, doivent être considérées comme provenant des chocs des atomes d'éther soit entre eux, soit avec les atomes pondérables, pour produire les phénomènes de trans-

mission de calorique aussi bien par rayonnement que par contact. Il importe d'ajouter que cette manière de voir n'est pas en contradiction avec le fait même de la propagation de la chaleur rayonnante *en ligne droite;* car la direction de la propagation n'a aucune corrélation immédiate avec celle des vibrations elles-mêmes.

» Empressons-nous de dire que nous n'aurons besoin d'invoquer le *caractère d'erratisme* des forces calorifiques que pour la démonstration du théorème de Carnot. Cette supposition est même nécessaire pour la réalité du théorème; mais le reste de notre travail, notamment notre théorie du frottement et du choc, en est tout à fait indépendant.

» Au surplus, voici une expérience qui n'a pas été faite et qui serait cependant de nature à vérifier l'erratisme des forces calorifiques. Imaginons une barre métallique reposant sur des rouleaux d'une extrême mobilité, comme ceux de la machine d'Atwood; supposons qu'un des bouts de cette barre soit exposé à un feu très-ardent, et que ce bout soit en quelque sorte isolé du reste de la barre par un écran. La barre aura-t-elle un mouvement d'*ensemble* sous l'action de la chaleur appliquée à une de ses extrémités? En d'autres termes, son centre de gravité se déplacera-t-il par rapport à un point fixe de l'espace? Les forces moléculaires extérieures étant réciproques, leurs travaux relatifs à tout mouvement d'ensemble s'annulent mutuellement. Il en est de même des travaux de même espèce dus à la pression atmosphérique; car toutes les forces provenant de cette pression se font équilibre sur le corps supposé solidifié. Dès lors, le déplacement dont il sagit ne pourrait se produire que si la somme des travaux calorifiques relatifs à un semblable mouvement n'était point nulle. On est porté *a priori* à penser que le centre de gravité doit se déplacer dans l'espace, à cause que la dilatation est très-forte au bout chauffé; mais, en réfléchissant, on voit qu'il peut se faire que des atomes refoulés passent du côté le plus chaud au côté le plus froid par rapport à la section géométrique qui contient le centre de gravité au début de l'opération, et dès lors on reconnaît que l'expérience peut seule trancher la question.

» La translation de la Terre autour du Soleil offre un phénomène analogue à l'expérience que nous venons de mentionner. La Terre reçoit, en effet, constamment l'action calorifique du Soleil, suivant la ligne qui joint le centre des deux astres. Or, si cette action se faisait sentir à la manière des forces dites *mesurables physiquement*, il est infiniment probable que sa loi serait différente de celle de l'attraction, et que son influence se serait

manifestée depuis longtemps sous la forme d'une perturbation inexplicable par les calculs habituels.

» Il nous reste à dire un mot des forces intérieures des gaz et des liquides.

» On appelle *gaz parfaits* les gaz pour lesquels la portion du travail desdites forces, relative à tout changement de volume, se trouve constamment nulle. Les forces intérieures de ces gaz doivent donc être classées parmi les forces *erratiques;* mais il n'en est plus de même pour les gaz qui s'éloignent plus ou moins de l'état parfait.

» Pour les liquides, il faut remarquer que les forces intérieures ne sont jamais *erratiques*. La très-grande mobilité des atomes les uns par rapport aux autres provient de ce que ces forces sont extrêmement faibles; mais elles deviennent considérables, suivant d'ailleurs une loi régulière, dès qu'on cherche à comprimer les liquides. »

THERMOCHIMIE. — *Recherches thermiques sur les dissolutions salines;* par M. **P.-A. Favre.**

« En réponse à mes observations sur le calorimètre à mercure (1), M. Thomsen a signalé, il y a plus d'un an (2), la grande concordance qui existe entre des nombres qui m'ont été fournis par le calorimètre à mercure (3) (*voir* la colonne (A) du tableau) et ceux qu'il a obtenus lui-même pour les mêmes corps, à l'aide du calorimètre à eau dont il fait usage. Ce savant exprimait le regret d'avoir à constater que cette concordance n'existe plus pour les nombres que j'ai indiqués plus tard (4) (*voir* la colonne (B) du tableau) en opérant une seconde fois sur les mêmes corps et en employant la même méthode d'expérimentation. Ce savant conclut en condamnant de nouveau le calorimètre à mercure que j'emploie.

» Malgré la confiance que m'inspiraient mes dernières expériences, je me suis cependant montré plus réservé que le savant de Copenhague. J'ai obéi à un sentiment de déférence qui me parait dû aux savants qui travaillent avec persévérance à côté de nous. Loin de nier, sans examen, la valeur de ses assertions, je les ai prises en sérieuse considération et j'ai

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXVI, p. 385.
(2) *Bulletin de la Société chimique allemande*. Berlin, no 13, juillet 1872, p. 614.
(3) *Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 707 (1871).
(4) *Comptes rendus*, t. LXXIV, p. 1025 (1872).

cherché la cause de nos discordances, alors que, pour certaines séries de déterminations, l'accord existe entre nous deux.

» Dans ma dernière série d'opérations, se succédant sans interruption et conduites avec un soin tout particulier, puisqu'il s'agissait de contrôler une série d'expériences plus anciennes, j'avais obtenu des nombres qui m'avaient semblé irréprochables. Dans ces expériences, les résultats, concordants entre eux, s'écartaient toujours de la même quantité des résultats fournis par mes expériences d'une date plus ancienne. Cette circonstance m'avait amené à penser que les résultats des anciennes expériences devaient être entachés d'une cause d'erreur constante. J'ai pensé que le désaccord pouvait provenir de calculs effectués en partant d'un poids de chlorure de baryum considéré à l'état anhydre, tandis que ce sel cristallise avec 2 équivalents d'eau. Mais, en présence de la singulière concordance de mes premières déterminations avec celles de M. Thomsen, je ne pus me défendre de soupçonner que mes premiers nombres pouvaient être aussi exacts que les derniers, et que l'écart pouvait tenir à l'influence de la température, différente dans les deux séries d'expériences. Je supposai que cette influence devait être prise en considération, tout aussi bien que la quantité d'eau dans les dissolutions salines, circonstance sur laquelle j'ai le premier, appelé l'attention, il y a longtemps. Or, j'ai eu la satisfaction de constater, par l'expérience, la réalité de cette présomption. J'ai pu expliquer par là certains écarts dont il ne m'avait pas encore été possible de signaler la cause et qui ont dû contribuer à entretenir quelques doutes dans l'esprit de physiciens scrupuleux sur la valeur de mes méthodes calorimétriques et, en particulier, sur le bon fonctionnement de mon calorimètre à mercure. Cette confiance ne sera plus ébranlée dorénavant, je l'espère, et l'on pourra m'accorder que mon instrument est à même, quant à l'exactitude, de rivaliser avec les meilleurs calorimètres à eau, tout en conservant l'avantage de pouvoir multiplier les expériences devenues plus faciles et plus promptes (1).

» Pour connaître la part d'influence de la température sur le phéno-

(1) La possibilité d'une erreur sur la valeur de la calorie, déterminée pour mon instrument, est admise par M. Thomsen comme pouvant seule expliquer notre désaccord; cette hypothèse me paraît tout à fait inacceptable. Avant d'entreprendre ce travail, j'ai vérifié la valeur de mon ancienne calorie exprimée en longueur de colonne mercurielle, à l'aide d'une méthode que je ne peux pas décrire ici, mais que je crois bien préférable à l'autre. Or la

mène, j'ai dissous chacun des sulfates, qui devaient être précipités par le chlorure de baryum, dans une quantité d'eau suffisante contenue dans le calorimètre. La température de cet instrument était différente pour chacune des séries d'expériences. Comme il m'eût été trop difficile de maintenir artificiellement une température suffisamment constante dans l'enceinte où j'opérais avec mon calorimètre, j'ai commencé une première série d'opérations pendant les premiers jours du mois d'août 1872, avec une température de 24°,5 environ. A mon grand regret, il ne m'a pas été possible de terminer à cette époque. La seconde série d'opérations a été faite pendant le mois de février 1873, avec une température de 8 degrés environ. Enfin la troisième série d'opérations a été faite pendant les mois de mai et de juin de la même année, avec une température de 19 degrés environ. Aussi dans les deux séries principales, la différence de température n'a été que de 11 degrés, environ. C'est donc la nécessité où je me suis trouvé d'opérer à des époques différentes de l'année qui explique le retard de ma réponse à M. Thomsen.

» Pour connaître la quantité de chaleur mise en jeu pendant la dissolution des sulfates, j'ai employé environ 5 grammes de chacun de ces sels (excepté pour le sulfate de potassium, dont je n'ai pris que 3 grammes, en raison de sa moindre solubilité). Ce poids a été dissous dans une quantité d'eau suffisante, et toujours la même pour le même sulfate. Sur ces sulfates, j'ai fait réagir, successivement, des quantités équivalentes de chlorure de baryum contenues dans une dissolution normale préparée *ad hoc* (1).

» Le tableau suivant résume les résultats de trois séries d'expériences pour lesquelles la température diffère. Ce tableau comprend également les colonnes (A) et (B) d'expériences qui, par leur peu de concordance, ont suscité la discussion. Ces nombres ont été obtenus à des époques différentes de l'année.

---

nouvelle valeur ainsi obtenue différait très-peu de l'ancienne. L'écart était de $\frac{1}{60}$ environ en plus et serait insuffisant pour expliquer une différence de 20 pour 100 entre mes derniers nombres et ceux de M. Thomsen.

(1) 30 centimètres cubes de la liqueur normale contenaient 3gr,091 de chlorure de baryum cristallisé, c'est-à-dire 0gr,064 de plus que la quantité nécessaire.

FORMULES.	TEMPÉRATURE.	DISSOLUTION.	PRÉCIPITATION par Cl Ba.	TEMPÉRATURE.	DISSOLUTION.	PRÉCIPITATION par Cl Ba.	TEMPÉRATURE.	DISSOLUTION.	PRÉCIPITATION par Cl B.	(A) PRÉCIPITATION par Cl Ba.	(B) PRÉCIPITATION par Cl Ba.
SO^4K	19°.00	— 3361 cal	2879 cal	″	″	″	8°.40	— 3458 cal	3413 cal	″	3357
$SO^4Na, 10HO$	19.85	— 9984	2560	24°.65	— 9766 cal	2324 cal	8.70	— 9715	3289	2638	3370
SO^4H^4Az	19.65	— 979	2942	24.20	— 936	2559	8.40	— 996	3495	2776	3279
SO^4H^4Az (dans l'eau tenant en dissolution du ClK)	19.75	″	2728	″	″	″	″	″	″	″	″
$SO^4Zn, 7HO$	19.00	— 1878	2857	″	″	″	7.70	″	3501	2735	3324
$SO^4Cu, 5HO$	19.00	— 1274	2865	″	″	″	7.70	— 1259	3381	2743	3329
SO^4H	19.20	″	4775	″	″	″	″	″	″	″	5053
$(SO^4)^2KH$	19.10	— 3364	4225	″	″	″	″	″	″	″	″
$(SO^4)^2NaH, 2HO$	19.10	— 283	3760	″	″	″	″	″	″	″	″
$(SO^4)^2KCu, 7HO$	19.30	— 6854	2979	″	″	″	8.00	— 7090	3435	2662	3432
$(SO^4)^2H^4AzCu, 7HO$	″	″	″	″	″	″	8.10	— 6148	3460	2870	3377

» D'après l'inspection du tableau ci-dessus, il paraîtra maintenant bien démontré que, dans les expériences calorimétriques, il faut, au moins dans quelques cas, tenir compte de la température ambiante. En effet, le changement de température peut amener une modification : 1° dans l'état de dissociation plus ou moins avancée des éléments constituants des sels dissous; 2° dans l'action coercitive que les éléments constituants de ces sels peuvent exercer sur l'eau (ce qui fait varier le volume et par conséquent la densité de la dissolution, ainsi que la chaleur spécifique du mélange); 3° dans la quantité d'eau qui peut se trouver unie aux sels qui abandonnent la dissolution; 4° dans la densité des sels ainsi précipités, etc.

» Dans les recherches thermiques sur le travail moléculaire effectué pendant la formation des sels ou lorsque les sels entrent en dissolution, il importe aussi, presque toujours, de ne pas interpréter isolément les quantités de chaleur accusées par le calorimètre. En effet, ces quantités de chaleur sont presque toujours la somme algébrique de nombres fournis par des phénomènes thermiques de signes contraires. Le phénomène qui conduit à l'état d'équilibre est donc un phénomène très-complexe et l'équilibre ne peut être réalisé qu'autant que les affinités énergiques, provoquant l'ensemble des réactions, sont satisfaites. C'est un point sur lequel il est inutile d'insister davantage; car il est suffisamment mis en évidence dans la formation des sels qui se produisent toujours avec dégagement de chaleur, et dans la dissolution de ces mêmes composés qui est accompagnée le plus souvent d'une absorption de chaleur, mais quelquefois d'un dégagement de chaleur. Il en est de même lorsqu'on mélange certaines dissolutions salines, ainsi que l'a démontré M. Berthelot dans ses intéressantes recherches.

» En résumé, la rectification de mes calculs thermiques, en faisant intervenir la vraie formule du chlorure de baryum cristallisé, m'avait, en apparence, mis en désaccord avec quelques expériences de M. Thomsen. L'influence de la température, influence qui est considérable, rétablit entre nous, pour une série de nombres, la concordance la plus complète. Il n'y a donc pas lieu de recourir à l'hypothèse faite par M. Thomsen, d'un changement dans la valeur de la calorie. Comment expliquer cette influence si notable de la température lorsqu'on précipite les sulfates par le chlorure de baryum, bien que la chaleur de dissolution des sulfates à 8 degrés et à 25 degrés diffère peu, et bien qu'il soit probable qu'il en est de même pour la chaleur de dissolution des chlorures? C'est un point qui reste à examiner. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur les fossiles trouvés dans les chaux phosphatées du Quercy.* — Lettre de M. P. GERVAIS à M. le Secrétaire perpétuel.

« Je vous serai reconnaissant si vous voulez bien communiquer à l'Académie le résumé suivant des observations nouvelles que je viens de faire sur les fossiles des chaux phosphatées du Quercy, fossiles sur lesquels M. Daubrée et moi avons déjà donné quelques détails. J'ai visité plusieurs des collections que l'on a réunies dans ce pays et, en particulier, celle de M. Daudibertière, qui est remarquable par le nombre des pièces qu'elle renferme et par leur bonne conservation.

» Elle réunit des ossements de plusieurs sortes de Pachydermes jumentés et en particulier des débris de *Palæotherium* analogues à ceux des plâtrières de Paris, entre autres du *Palæotherium magnum*, des débris de Rhinocéros comparables aux *Rhinoceros minutus* et à l'*Acerotherium*, et quelques débris d'un autre animal de plus grande taille, ayant de la ressemblance avec les Rhinocéros, mais que l'on devra certainement classer dans un genre différent des leurs. J'en ai sous les yeux quelques dents, la dernière molaire supérieure dans son état d'intégrité et notablement entamée par l'usure à sa couronne, ainsi que plusieurs molaires inférieures.

» La molaire supérieure est plus forte que celle des Rhinocéros, et plus étroite (longueur 0,065, largeur en avant 0,035). Sa face externe est légèrement convexe et l'échancrure de sa couronne est étroite et allongée.

» Les molaires inférieures sont bien moins larges que dans les Rhinocéros, à collines bien plus obliques et moins saillantes; leur face externe est indivise, du moins pour les postérieures, et la courbure en est faible; une rainure verticale indique cependant la séparation des deux lobes pour les antérieures. Je donnerai à ce singulier genre de mammifères le nom de *Cadurcotherium*, rappelant le Quercy, et j'en appellerai l'espèce *Rhinoceros Cad. Cayluxi*.

» Les Porcins sont représentés par de belles pièces, appartenant à des *Anthracotherium* de différentes grandeurs, à des *Anoplotherium* différant également par la taille, à l'*Entelodon*, au *Cainotherium* et à un petit animal voisin de celui-ci, mais qui a une barre bien marquée entre la première et la seconde fausse molaire supérieure. Il faut encore ajouter le genre *Hyotherium*.

» Les Ruminants appartiennent à la division des *Amphitragulus*, et j'ai vu des restes d'une espèce de *Cervidés*.

» Les Carnivores rentrent dans les formes précédemment décrites par

moi et par M. H. Filhol. Les *Hyénodons*, en particulier, constituent plusieurs espèces, se distinguant surtout par leur taille.

» L'ordre des Rongeurs fournit quelques espèces de genres différents les uns des autres, tels que *Cricetodon*, *Archæomys*, etc.

» Le genre *Peratherium*, de la famille des Sarigues, se rencontre aussi parmi les animaux fossiles, à Caylux, et j'ai constaté qu'il y a, dans les mêmes gisements, des *Oiseaux*, rares il est vrai, des *Chéloniens* terrestres, ce que j'avais déjà signalé, une espèce de *Crocodile*, des *Lacertiens* et des *Serpents* plus grands que les nôtres.

» Tous ces débris mériteraient un examen attentif que je ne puis entreprendre ici; j'ai pensé toutefois que ces indications pourraient offrir déjà quelque intérêt. »

MÉMOIRES LUS.

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Du développement de la peste dans les pays montagneux et sur les hauts plateaux de l'Europe, de l'Afrique et de l'Asie;* par M. le Dr **J.-D. Tholozan.**

I. — *Opinions admises de nos jours sur les foyers primitifs et les habitats de la peste.*

« L'opinion médicale a singulièrement varié aux différentes époques de l'histoire sur les points d'origine de la peste. Dans les temps où ce fléau était devenu presque endémique en Europe et où il était relativement rare en Orient, on ne pouvait songer à attribuer toutes ses épidémies ou ses recrudescences à des importations d'Asie ou d'Afrique.

» En 1845, on s'accordait généralement à ne reconnaître que trois foyers principaux de la peste, l'Égypte, la Syrie, Constantinople, et encore, dans les deux premières contrées, on limitait les habitats de la maladie à certaines zones bien restreintes. Pariset dit que la peste ne dépasse jamais en Égypte la première cataracte, il affirme avec tous les écrivains qu'elle ne naît pas dans la haute Égypte, la Nubie, l'Abyssinie. — Prus veut que, dans tous les pays où l'on a observé la peste spontanée, son développement puisse être attribué à l'habitation sur un sol d'alluvion ou sur des terrains marécageux, près de la Méditerranée ou près de certains fleuves, le Nil, le Danube, l'Euphrate. Hirsch, qui combat, du reste, avec énergie l'opinion insoutenable que les lieux élevés n'ont jamais été attaqués par la peste, dit cependant que jamais ce fléau n'a dépassé Assouan, et il ajoute qu'un sol très-humide est nécessaire pour la genèse de cette

maladie. Il affirme que la patrie de la peste est la partie nord de l'Afrique et la côte ouest de l'Asie. M. BOUCHARDAT disait, il y a quelques mois seulement, que la genèse de la peste d'Orient est dominée par une question de localité.

» Cette doctrine, fondée sur la majorité des faits observés dans le XVIII[e] siècle et dans la première moitié du XIX[e], n'est juste que dans une demi-mesure et d'une manière relative. Il faut la modifier aujourd'hui devant des faits nouveaux et par l'étude plus complète des faits anciens, surtout de ceux du XVI[e] et du XVII[e] siècle, si l'on veut arriver à avoir une formule positive qui comprenne toutes les conditions d'origine de la peste. Chaque génération n'est témoin que d'un certain nombre de faits ; les époques antérieures ont vu se réaliser des événements que nous ne voyons plus de nos jours. C'est en reliant toutes ces observations les unes aux autres qu'on a le point de vue le plus élevé et le plus général, celui sans lequel la science vraie, qui est de tous les lieux et de tous les temps, ne saurait être édifiée.

II. — *Énumération des faits relatifs au développement de la peste au centre des continents et dans les régions élevées.*

» Pour ne pas abuser des moments de l'Académie, je ne cite ici que quelques-unes des observations les plus saillantes.

» WEBSTER fait remarquer que les villes de l'Allemagne étaient jadis aussi souvent attaquées de la peste que les ports de l'Angleterre, de la France, de l'Espagne et de l'Italie. D'après un document officiel, que le Parlement de Provence adressa au roi en 1722, la Provence présenta, de 1502 à 1664, douze fois des épidémies de peste, et plusieurs de ces fléaux eurent lieu dans des années où Marseille et les autres ports étaient indemnes. On sait que la peste était en 1606-1607 à Poitiers; de 1620 à 1623, à Paris; en 1626, 1627, 1628, à Lyon, Toulouse et dans plusieurs autres villes du Languedoc. En 1629, elle était à Montpellier; en 1629 et 1630, à Nîmes; elle s'y renouvela en 1640, *venant des villages voisins*. SCALIGER a vu la peste, à Toulouse et aux environs, durer plus de sept années consécutives. TADINI observa la peste de Milan en 1629; elle débuta près d'un bras du lac de Côme. Un demi-siècle avant lui, MASSARIA dit que la peste qui affligea l'Italie, de 1575 à 1580, commença par la ville de Trente, sur l'Adige. FÉLIX PLATER, médecin de Basle, n'avait pas noté dans ce pays, de 1539 à 1610, moins de sept pestes très-meurtrières. Il y eut dans les montagnes de la Suisse et du Tyrol, de 1539 à 1613, une série chronologique

de pestes assez rapprochées les unes des autres. Selon MURET, la maladie exista en Suisse, à de courts intervalles, de 1550 à 1620, et elle y poursuivit ses ravages occasionnels jusqu'en 1668. Après avoir fait le départ de certaines observations d'un caractère douteux, il n'en reste pas moins prouvé que les vraies fièvres buboniques ont existé, à l'état endémo-épidémique, dans le centre même de l'Europe, dans le XVI[e] et le XVII[e] siècle.

» La vérité qui ressort de ces faits est que la peste, introduite en Europe à certaines époques mémorables de l'histoire, y a pris droit de domicile pendant de longues séries d'années, et y a eu des temps d'incubation et des époques de révivification, dans lesquels les poussées épidémiques ont été aussi graves, aussi généralisées et souvent de plus longue durée que les émissions primitives de continents étrangers.

» Si nous passons maintenant d'Europe en Afrique, nous voyons que ÉVAGRE et PROCOPE disent que la peste inguinaire du milieu du VI[e] siècle prit naissance en *Éthiopie* ou en Égypte. RUSSELL et ÉTON affirment que la grande peste de 1736 vint de la haute Égypte. D'après plusieurs observateurs, la peste de 1796-1797 débuta aussi dans l'Égypte supérieure, ainsi que celle des quatre premières années de notre siècle. A la fin du XVII[e] siècle, LUDOLF écrivait que la peste règne occasionnellement en Éthiopie. J'ai découvert, dans un Commentaire du *Canon,* par un célèbre médecin arabe du XIV[e] siècle, un passage très-important à propos de l'endémicité de la peste en Abyssinie. GARCHI dit que la peste (taoun) se développe souvent en Abyssinie. Il tenait ce fait d'Ibn-Meiçour, qui avait longtemps habité ce pays. Il décrit les symptômes de cette maladie de la manière la plus nette.

» Il faut donc rectifier pour l'Afrique, comme je l'ai fait pour l'Europe, les idées généralement reçues sur les habitats de la peste. Il me reste maintenant à parler de l'Asie.

» La peste prit naissance en 1840-1841 dans les villages qui entourent Erzeroum. En 1812-1813-1814, ainsi qu'en 1824-1825-1827-1828, elle a été endémique dans l'Anatolie et l'Arménie. BUTEL regardait la peste comme importée à Constantinople de l'Asie Mineure. AUBERT note que l'épidémie de 1837, à Smyrne, venait de l'intérieur. L'histoire des pestes de la Mésopotamie, dans le XVIII[e] et le XIX[e] siècle, démontre que la grande épidémie de 1773 vint à Bagdad et à Bassora de l'Asie Mineure, par la voie de Diarbékir; il en fut de même de celle de 1800 à 1802. La peste de 1830-1831 vint du Kurdistan et du nord de la Perse, où elle avait été introduite du pachalik d'Erzeroum et principalement de Kars. La petite peste de 1867, seule parmi tous ces fléaux, prit naissance dans la Mésopotamie même, près du

Birs-Nimroud, comme je l'ai démontré il y a quelques années. Elle a pour pendant une petite peste tout à fait semblable, développée six ans après, en 1871, dans le Kurdistan persan, sur les bords du Djagataï et du Tataou, rivières qui se jettent dans le lac d'Ourmiah.

» Pour terminer cette Note, j'ai à signaler encore des faits plus importants, relatifs à la peste de deux districts de l'Himalaya, le Gurwhal et le Kumaon. Il y a eu, dans notre siècle et jusqu'à ces dernières années dans ces pays, une peste endémo-épidémique dont les symptômes sont tout à fait identiques à ceux de la peste d'Égypte. J'ai pu suivre, d'après les documents anglais, les développements successifs de cette maladie, d'année en année, et rien ne prouve qu'elle soit complétement éteinte aujourd'hui.

» Tous les faits que je viens de citer démontrent que la peste peut se développer sur tous les sols et à toutes les altitudes. Sa genèse ne tient pas, par conséquent, à des conditions particulières du terrain; elle ne dépend pas non plus des influences météorologiques; le développement ultérieur est seulement influencé par les saisons. La cause de la peste réside probablement dans certaines influences hygiéniques encore mal déterminées. La famine est une circonstance prédisposante et rien de plus. Dans les trois dernières pestes qui ont été observées depuis seize ans, la première, celle de Benghahi, en 1857, coïncida avec la famine, la seconde, celle de la Mésopotamie, en 1867, et la troisième, celle du Kurdistan persan, en 1871, se sont montrées dans des districts qui n'ont pas même souffert de la disette, et, en 1871, tout le monde a été témoin en Perse de ce grand fait étiologique, que la peste s'est limitée à un très-petit district, où les vivres ne manquaient pas, tandis que dans le centre du pays, à l'est et au sud, où la famine était excessive, on n'a observé que des dyssenteries pendant le règne de la faim, et à son terme on a vu se développer le typhus et la fièvre à rechute, sans qu'aucun cas de peste se soit développé dans ces régions. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

GÉOLOGIE. — *Sur les minerais de fer du département d'Ille-et-Vilaine.* Note de M. **Delage**.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« Les minerais de fer que l'on trouve en grande quantité dans le département d'Ille-et-Vilaine occupent trois niveaux différents :

» 1° Le minerai que l'on trouve à Saint-Saturnin, signalé par M. Paul

Dalimier, dans sa coupe de Poligné à Saint-Saturnin, est placé au-dessus des grès à bilobites (grès à *Scolithus linearis*). Ce minerai de fer est indiqué par M. Dalimier, comme existant aux environs de Falaise (Calvados) entre les grès à *Scolithus linearis* et les schistes ardoisiers à *Calymene Tristani* (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e série, t. XIX, p. 907).

» 2° Le minerai trouvé dernièrement au bourg même de Saint-Aubin-d'Aubigné, à l'entrée de la route qui conduit à Ercé et à Liffré, repose sur les grès qui sont, ainsi que l'indique M. Nassieu dans sa carte géologique du département, supérieurs aux schistes ardoisiers. Ce minerai, exploité pour les forges de la Vallée, a un aspect moins ocreux, plus métallique que le précédent; je n'y ai pas encore trouvé de fossiles.

» 3° Un minerai de fer, ayant même aspect que le minerai de Saint-Saturnin, mais très-fossilifère, que l'on rencontre sur la nouvelle route que l'on fait du Bois-Roux à Gahard, à environ 3 kilomètres du Bois-Roux. Cette route peut conduire à l'endroit que l'on appelle *Bon-Air*, où se trouve la borne (108 mètres au-dessus du niveau de la mer) placée à la limite des communes d'Ercé et de Gahard. Ainsi, en partant de Bon-Air pour aller au Bois-Roux, après avoir passé l'Illette, on rencontre : 1° le calcaire dévonien ayant même aspect minéralogique que celui du Bois-Roux; 2° au haut du coteau le minerai de fer que j'ai pu suivre sur une étendue de 800 mètres environ, ensuite des grès fossilifères appartenant au même terrain.

» Les fossiles de ce minerai de fer sont analogues à ceux trouvés dans le calcaire dévonien du Bois-Roux. Ce minerai, très-fossilifère et contenant les fossiles du terrain dévonien, doit être considéré comme postérieur aux deux précédents. D'ailleurs je ne crois pas qu'il ait été déjà signalé. Depuis un mois et demi, j'ai rencontré ce minerai dans un champ, à fleur de terre, et ce n'est que depuis huit jours que je le vois retirer par blocs, par les cantonniers chargés de la construction de cette route. »

VITICULTURE. — *Expériences relatives à l'action de l'ammoniaque et à l'action prolongée de l'eau sur le* Phylloxera. Extrait d'une Lettre de M. **Gueyraud** à M. Dumas.

(Renvoi à la Commission du *Phylloxera*.)

« L'ammoniaque à l'état gazeux exerce une action énergique sur le *Phylloxera*, qui passe au rouge en quelques secondes, et meurt rapidement. Les vieux *Phylloxera*, les jeunes et les œufs sont également atteints de désorganisation sous cette influence.

» Malheureusement, la solubilité de ce gaz en rend l'application incertaine et la pénétration difficile, soit dans les couches profondes du sol, soit à une distance un peu éloignée du point où s'en opère le dégagement. Des mélanges de chaux et de sel ammoniac, enfouis à 30 centimètres de profondeur, dans des trous bouchés par une motte de terre, ont fait périr tous les *Phylloxera* du voisinage; mais au delà d'un rayon de 40 centimètres, on retrouvait des *Phylloxera* vivants.

» Une circonstance fortuite ayant retardé l'inondation d'une vigne atteinte par le *Phylloxera*, on y a fait arriver l'eau le 17 mars, et on l'a maintenue inondée jusqu'à la fin d'avril. Les plants, étant du mourvèdres et du grenache à port droit, n'ont pas souffert. Mais, le 14 juin, on a retrouvé des *Phylloxera* vivants sur 200 souches comprises pourtant dans la partie inondée. »

M. **Pellet** adresse, à propos d'une Communication récente de M. *Merget*, quelques observations sur la réduction des sels de platine par l'hydrogène.

L'auteur a déjà montré que les sels d'argent ne sont pas réductibles par l'hydrogène pur : la réduction n'a lieu que si l'hydrogène est accompagné de traces d'arsenic, d'antimoine, de soufre, etc. Il vient de répéter ces essais sur des sels de platine, et il a constaté également que ces sels ne sont pas réductibles par l'hydrogène pur : une solution à 10 pour 100 se réduit, au contraire, parfaitement quand on ajoute, à l'hydrogène pur, quelques traces d'arsenic, sous forme d'arsénite de potasse.

(Renvoi à la Commission nommée pour les Notes de M. Merget.)

M. **Burq** adresse, pour le Concours Montyon, un Mémoire intitulé « Application du thermomètre à l'idio-métalloscopie, etc. ».

(Renvoi au Concours des prix de Médecine et Chirurgie, fondation Montyon.)

CORRESPONDANCE.

La **Société centrale d'Agriculture de France** adresse à l'Académie le Compte rendu de sa dernière séance publique. Ce Compte rendu contient, entre autres documents, des Rapports faits par MM. *Pasteur, Brongniart, Passy, Peligot,* et une biographie de feu *Payen*.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le t. XXII des Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève ; ce volume est consacré tout entier à un Mémoire important de feu *Éd. Claparède*, sur la structure des Annélides sédentaires et à une Notice biographique sur ce naturaliste, par M. *H. de Saussure*;

2° Une brochure de M. *Th. du Moncel*, sur l'origine de l'induction.

PHYSIQUE. — *Note sur le magnétisme;* par M. Th. du Moncel.

« Dans son dernier travail sur le magnétisme, inséré aux *Comptes rendus* du 30 juin 1873, M. Gaugain s'exprime ainsi :

« Lorsqu'on applique une armature de fer doux contre les faces polaires d'un aimant en fer à cheval, l'aimantation accusée par les courants d'induction se trouve augmentée dans toute l'étendue du fer à cheval et même au talon; il n'y a de diminution nulle part. Je crois devoir insister sur ce résultat, parce qu'il me paraît difficile à concilier avec l'idée généralement admise d'une *condensation* magnétique qui s'opérerait dans le voisinage de la surface de contact... »

» Cette expérience n'est pas nouvelle : je l'ai longuement développée, ainsi que beaucoup d'autres du même genre, dans mon Mémoire sur les courants induits magnéto-électriques, publié en 1859, et elle est résumée, avec les détails nécessaires, dans mon *Exposé des applications de l'électricité*, t. II (3e édition), p. 145; mais elle peut, ce me semble, être interprétée d'une manière autre que ne l'a fait M. Gaugain, car je m'en suis servi pour arriver à une déduction précisément contraire à celle qu'il a émise. Je pense que ce désaccord tient à ce que ce savant confond deux actions magnétiques complétement différentes, et qu'il se sert, pour apprécier l'une, des effets produits par l'autre.

» J'ai, en effet, démontré, par des expériences nombreuses et variées, que les aimants ont deux genres d'action : une *action dynamique* s'exerçant à la manière des *solénoïdes* d'Ampère, dont le centre correspond au milieu du noyau magnétisé, en fournissant une résultante parallèle aux spires de l'hélice magnétique, et à cette action doivent être rapportés les effets d'induction produits par les aimants, ainsi que les forces directrices échangées entre eux et les courants; en second lieu, une *action statique* qui constitue la force attractive proprement dite, et les polarités magnétiques, polarités qui varient suivant les rapports de position et de grandeur de l'aimant avec les corps magnétiques qui en reçoivent l'influence.

» Ces deux actions, quoique ayant une certaine liaison entre elles, peuvent cependant se produire indépendamment l'une de l'autre dans des conditions opposées. Ainsi la partie d'un aimant où les courants d'induction ont le plus d'énergie est celle qui correspond à la région neutre, c'est-à-dire celle qui n'a aucune polarité. Ce fait, que cite lui-même M. Gaugain, avait été avancé, il y a longtemps, par MM. Müller et Poggendorff, et je l'ai démontré moi-même de deux manières différentes. (*Voir* ma *Notice sur mes travaux scientifiques,* p. 22, et mon *Mémoire sur l'origine de l'induction,* p. 18). D'un autre côté, un faisceau de fils de fer qui fournit les courants induits les plus énergiques détermine les forces attractives les plus faibles; et un noyau magnétique ne présentant sur toute sa périphérie qu'une même polarité n'en agit pas moins comme un aimant régulièrement constitué.

» On voit donc que les courants induits déterminés par un aimant sont complétement indépendants des polarités qui y sont développées, et, à plus forte raison, que leur énergie ne peut mesurer la force attractive qui en est la conséquence. C'est pour cette raison que M. Poggendorff, dans ses recherches sur la force attractive des électro-aimants, n'avait pu concilier les lois de Jacobi avec celles qui résultaient de la mesure de la force par l'intensité des courants induits produits.

» Les effets de condensation magnétique que j'ai le premier constatés, et dont M. Gaugain conteste l'origine, sont le résultat de l'action polaire, et sont, par conséquent, étrangers à l'action dynamique. C'est une sorte d'action réflexe, échangée entre l'armature et le pôle ayant action sur elle, et qui a pour effet, non pas de déplacer le magnétisme d'un bout à l'autre de l'aimant, comme le ferait supposer l'interprétation qu'en donne M. Gaugain, mais de provoquer *moléculairement* une plus grande quantité de magnétisme, tout en amenant un changement d'orientation dans l'axe des polarités atomiques des molécules magnétiques qui constituent les chaînes de courants de l'hélice magnétique. Or il résulte de cet effet deux conséquences : 1° Les polarités atomiques étant surexcitées, les courants moléculaires se trouvent avoir plus d'énergie, et le solénoïde magnétique agit dynamiquement avec une plus grande intensité : de là le renforcement des courants induits qui résultent de l'action d'une armature sur un aimant. 2° Les polarités déterminant l'attraction se trouvant déplacées ou dissimulées plus ou moins par l'action réflexe de l'armature, toutes les polarités atomiques, dans les différentes parties de l'aimant, sont obligées de se déplacer de la même manière pour conserver leur équilibre entre elles; or

il peut en résulter soit un *affaiblissement général* dans les *polarités extérieures* de l'aimant, quand celui-ci est en contact par ses deux pôles avec l'armature, soit un *affaiblissement* à un pôle et un *renforcement* à l'autre, quand le contact avec l'armature ne se fait qu'à un pôle seulement, ce que l'expérience démontre.

» Du reste, les effets de la condensation magnétique, ou plutôt de la concentration prolongée des actions polaires magnétiques à la surface de contact des deux pièces magnétiques, sont palpables. Ainsi, si l'on prend deux électro-aimants en fer à cheval, de mêmes dimensions, disposés de manière que l'un serve d'armature à l'autre, et que l'on emploie les bobines de l'un pour recueillir les courants d'induction résultant de l'aimantation et de la désaimantation du système, tandis que les bobines de l'autre seront utilisées à produire les alternatives d'aimantation et de désaimantation, on reconnaîtra :

» 1° Que le courant induit d'aimantation sera beaucoup plus énergique *au moment de la première aimantation* qu'aux aimantations subséquentes ;

» 2° Qu'il suffira de séparer mécaniquement les deux électro-aimants et de les remettre ensuite en position, pour que ces courants d'aimantation reprennent leur énergie primitive ;

» 3° Que si, après avoir interrompu l'aimantation par le courant, on vient à séparer brusquement l'un de l'autre les deux électro-aimants, il se produit un courant de désaimantation dont l'intensité représente à peu près la perte de force des courants d'aimantation qui ont succédé aux courants primitifs.

» D'un autre côté, quand on présente, à distance, à l'un des pôles d'un aimant le bout d'une armature de fer doux, on reconnaît que la partie de cette armature occupée par le magnétisme attiré diminue successivement d'étendue à mesure que cette distance elle-même s'amoindrit, et ce magnétisme attiré se *dissimule complétement* quand les deux pièces arrivent au contact, auquel cas l'armature se trouve uniformément polarisée et ne semble plus former qu'un épanouissement du pôle avec lequel elle est en contact.

» Il est facile de comprendre que ces effets ne peuvent être expliqués que par une action condensante qui, après une première surexcitation donnée à l'aimant, immobilise une partie des polarités développées au point de contact des deux pièces magnétiques, et qui est suffisante pour dissimuler complétement à l'extérieur la polarité contraire excitée dans l'armature. Ce qui montre encore l'analogie de ces effets avec ceux qui sont développés dans un condensateur électrique, c'est qu'ils dépendent

beaucoup de l'étendue des surfaces magnétiques ayant action l'une sur l'autre.

» Cette immobilisation des polarités magnétiques ainsi développées, qu'on a souvent confondue avec le magnétisme rémanent, et qu'on retrouve avec les fers les plus doux, est tellement caractérisée, que j'ai pu conserver pendant plus d'un an un système magnétique dont l'armature avait été ainsi collée après une première aimantation, et qui, au bout de ce temps, fournissait un courant d'induction presque aussi énergique que dans l'origine; mais cette action ne se renouvelait pas lors d'un second contact. C'est précisément en raison de cet effet que, pour conserver un aimant permanent, on munit ses deux pôles d'une armature de fer doux.

» J'ai longuement développé toute cette théorie dans mon *Étude du magnétisme*, mes *Recherches sur les meilleures conditions de construction des électro-aimants* et mon *Mémoire sur l'origine de l'induction*. Les expériences si nettes et si précises de M. Jamin ne peuvent d'ailleurs laisser aucun doute à cet égard, surtout si l'on se pénètre du double rôle des aimants et des théories magnétiques qu'ont entraînées les recherches faites sur le diamagnétisme, entre autres celles de MM. Weber et de la Rive.

» Une des conséquences les plus curieuses de la condensation magnétique est le ralentissement qui est donné à la production du courant de désaimantation dans un système magnétique fermé, quand on vient à interrompre le courant voltaïque qui aimante le système. Ainsi, dans l'expérience, citée plus haut, de deux électro-aimants opposés l'un à l'autre, les effets de tension, les commotions physiologiques sont infiniment plus marqués quand la traverse ou le talon réunissant les deux branches de l'électro-aimant induit est enlevée, que quand elle y reste adhérente; et pourtant, dans ce dernier cas, l'action sur le galvanomètre est notablement plus grande. Cela vient précisément de ce que, les mouvements magnétiques se trouvant entravés par la condensation, les alternatives de désaimantation sont moins rapide, et conséquemment la tension des courants induits qui en résultent devient moins grande.

» Tous ces effets sont d'ailleurs analogues à ceux que l'on remarque dans les transmissions électriques à travers les câbles sous-marins. Dans ces transmissions, en effet, il existe une action *dynamique* qui est en rapport avec le courant transmis et une *action statique* qui est représentée par la condensation produite à travers l'enveloppe isolante du câble. Or ces deux actions, tout en existant simultanément, donnent lieu à des effets

tout à fait différents qui, en s'entre-influençant réciproquement, entraînent comme précédemment un ralentissement dans la rapidité du développement électrique qui les a engendrés. »

PHYSIQUE. — *Sur la période variable à la fermeture d'un circuit voltaïque;* par M. A. CAZIN.

« Les recherches que j'ai entreprises sur les effets thermiques du magnétisme m'ont conduit incidemment à étudier l'état des diverses parties d'un circuit voltaïque contenant une bobine ou un électro-aimant, depuis le moment où s'opère la fermeture jusqu'à celui où l'état permanent est atteint. La divergence des opinions qui règnent sur cette question m'a fait adopter une méthode expérimentale nouvelle.

» Voici le principe de l'appareil que m'a construit M. Ruhmkorff.

» Un poids oblong, de 1 kilogramme environ, peut tomber d'une hauteur de 1 mètre entre deux rainures verticales qui le guident. Ce poids porte deux pièces métalliques isolées. La première est une tige de fer verticale, ayant 40 centimètres de longueur, dont l'extrémité supérieure communique par un fil flexible avec l'un des pôles de la pile. Lorsque le poids tombe, cette tige s'engage dans une éprouvette contenant du mercure qui communique avec l'autre pôle. Le circuit se ferme donc au moment où la tige rencontre le mercure, et ce moment est déterminé par la distance du niveau à l'origine du mouvement. On fait varier cette distance à volonté, en ajoutant ou enlevant du mercure.

» La seconde pièce portée par le poids est un ressort d'acier qui communique par un fil flexible avec un point du circuit. Un autre point du circuit communique, par l'intermédiaire d'un galvanomètre, avec une plaque métallique isolée, fixée au bâti de l'appareil. Lorsque le poids tombe, le ressort touche la plaque fixe pendant un instant ($0^s,0004$) et une dérivation temporaire s'établit par le galvanomètre entre les deux points du circuit que l'on considère.

» On peut ainsi produire une dérivation d'une durée invariable à une époque quelconque après la fermeture du circuit, et calculer l'intervalle de temps qui s'écoule entre la fermeture et la dérivation d'après la hauteur du mercure contenu dans l'éprouvette. Dans mon appareil, un changement de hauteur de 1 millimètre correspond à $0^s,0002$.

» Pour que la dérivation temporaire ne trouble pas d'une manière notable l'état du circuit, il convient d'employer un galvanomètre à fil long.

J'ai fait usage d'un galvanomètre de 30 000 tours de M. Ruhmkorff. Cependant on peut vérifier les propositions suivantes à l'aide d'un galvanomètre ordinaire. On obtient des déviations constantes, dans les mêmes circonstances, lorsqu'elles ne dépassent pas 20 degrés.

» Considérons un circuit voltaïque, contenant diverses parties de même longueur réduite, les unes rectilignes, les autres enroulées en bobines, et supposons qu'une de ces parties soit *l'intervalle* d'une dérivation temporaire, de durée constante. Lorsque cette dérivation se fait longtemps après la fermeture du circuit, par conséquent dans *l'état permanent*, la déviation de l'aiguille du galvanomètre placé dans la dérivation est constante, quel que soit l'endroit du circuit où se trouve placé *l'intervalle*, pourvu toutefois qu'on fasse usage d'un galvanomètre à fil long.

» Les choses se passent autrement lorsque la dérivation temporaire a lieu pendant la *période variable* de fermeture.

» 1° Lorsque l'intervalle de dérivation est rectiligne, la déviation du galvanomètre croît d'une manière continue, à mesure qu'on fait croître le temps compris entre la fermeture du circuit et le contact de dérivation. Cette déviation est une fonction du temps, laquelle reste la même quelles que soient la place de la dérivation dans le circuit et celle du point de fermeture.

» 2° Lorsque l'intervalle de dérivation est enroulé en bobine, la déviation du galvanomètre croît d'abord très-rapidement, atteint un maximum, puis décroît d'une manière continue, quand on fait croître le temps compris entre la fermeture du circuit et le contact de dérivation. La loi de cette variation est la même, quelles que soient la place de la bobine et celle du point de fermeture.

» 3° La durée de la période variable, évaluée d'après l'une ou l'autre de ces manières d'opérer, est la même.

» 4° Cette durée augmente considérablement lorsqu'on met du fer dans les bobines.

» 5° Lorsqu'on fait varier la longueur de l'intervalle de dérivation, pris soit sur un même fil rectiligne, soit sur une même bobine, la déviation est proportionnelle à cette longueur.

» *Exemple :* Le circuit contient une bobine, dont le fil de cuivre a une longueur totale de 900 mètres, avec un diamètre de 3 millimètres environ, et forme 960 spires : il contient aussi un fil de platine, immergé dans l'eau, ayant une résistance égale à celle de la moitié de la bobine.

» L'intensité du courant est 0,042, l'unité de courant étant celui qui décompose 9 milligrammes d'eau en une seconde.

Époque de la dérivation en dix millièmes de seconde.	Déviation observée, l'intervalle de dérivation étant le fil de platine.	la moitié de la bobine.
2	»	47
10	7	154
21	14	144
31	20	126
42	26	113
62	30	94
83	37	79
104	40	68
146	43	56
187	43	51
229	46	48
271	45	46
313	45	»
355	46	»
397	46	»
∞	47	47

» Dans ce tableau, les déviations sont évaluées en dixièmes de degré. On les appréciait facilement sur le cadran du galvanomètre.

» On voit que la durée de la période variable était de $0^s,0271$ environ.

» Elle était quadruplée quand on mettait un noyau de fer dans la bobine.

» La marche générale du phénomène ne changeait pas.

» En prenant la bobine entière pour intervalle de dérivation, on avait des déviations doubles des précédentes, dans les mêmes circonstances, conformément à la cinquième proposition.

» Les mêmes faits ont été observés avec une bobine, dont le fil avait le même diamètre que celui de la précédente, et une longueur triple (2900 mètres.)

» Les propositions qui précèdent sont renfermées dans la suivante :

» *Proposition générale.* Considérons un circuit voltaïque dont le fil homogène présente des portions rectilignes et des portions enroulées en spirale.

» Appelons V le *potentiel* en un point, dont x désigne la distance à un point quelconque du circuit, comptée le long du fil; le coefficient différentiel $\frac{dV}{dx}$ possède à chaque instant la même valeur aux différents points des portions rectilignes; il croît graduellement avec le temps. Restant aussi le même aux divers points d'une portion enroulée, dont les éléments

sont partout soumis à des actions inductrices égales, ce coefficient croît d'abord très-rapidement avec le temps, atteint un maximum, et décroît d'une manière continue, jusqu'à ce qu'il ait la même valeur que dans les portions rectilignes : on est arrivé alors à l'état permanent.

» Ainsi, dans la période variable de fermeture, $\frac{dV}{dx}$ n'est pas une fonction du temps seul; il dépend de x et de la manière dont les circonvolutions sont disposées au point que l'on considère.

» Ce coefficient est proportionnel à l'intensité du courant i.

» Récemment, M. Blaserna a cherché à déduire les lois de la période variable, de l'observation des effets produits par un courant interrompu périodiquement à l'aide d'un appareil à rotation (*Annales de Chimie et de Physique*, t. XXII, 1871.). En effet, si l'on admet que l'intensité i à l'époque t soit fonction du temps seul, et qu'il n'y ait pas d'effet appréciable à l'ouverture du circuit, l'intensité moyenne du courant interrompu donne la mesure de $\int_0^t i\,dt$, et il est théoriquement possible de calculer i d'après cette intégrale. Cette méthode ne me paraît pas susceptible de précision; mais la complexité de la fonction i est une objection plus importante. La conclusion du savant italien, à savoir, que l'intensité est alternativement croissante et décroissante pendant la période variable de fermeture, n'est donc pas rigoureusement fondée sur les faits observés.

» La relation qui existe entre $\frac{dV}{dx}$ et l'intensité moyenne du courant interrompu pourra être fournie par une théorie mathématique, telle que celle de M. Kirchhöff. Ce savant a établi, sur les principes de l'Électrostatique, des formules générales, relatives à la période variable; mais il n'a appliqué, je crois, ces formules qu'à un fil rectiligne. Lorsque le cas d'un fil enroulé en spirale aura été traité, il sera intéressant de comparer les faits observés aux indications théoriques.

» M. Kirchhoff a trouvé, par le calcul, que, dans la période variable, il y aurait de l'électricité libre à la fois à la surface et à l'intérieur du fil, tandis que, dans l'état permanent, il n'y en aurait qu'à la surface. Cette idée me paraît correspondre à la suivante, à laquelle j'ai été conduit par l'expérience.

» Dans tout phénomène d'induction, il y aurait deux opérations successives, à savoir une production d'électricité statique et une décharge de cette électricité. Dans les extra-courants, la production se ferait dans les por-

tions enroulées du circuit ; quant à la décharge, elle pourrait être locale ou générale, suivant les circonstances ; les effets des courants interrompus varieraient avec ces circonstances. »

PHYSIQUE. — *Sur un baromètre dit* absolu. Note de MM. **Hans** et **Hermary**, présentée par M. Jamin.

« Le baromètre que nous avons l'honneur de présenter à l'Académie est fondé sur la comparaison d'un thermomètre à air et d'un thermomètre à liquide. Divers essais déjà tentés dans cette voie ont eu à lutter contre deux difficultés que nous croyons avoir vaincues.

» La pression atmosphérique se déduisait des indications fournies par les thermomètres au moyen d'un calcul très-simple d'ailleurs, mais qu'on était obligé de faire après chaque observation. Nous substituons à ce calcul une construction géométrique, fondée sur les considérations suivantes. Supposons deux thermomètres ordinaires A et B, placés parallèlement. Les allongements des colonnes, pour une même élévation de température, étant constamment proportionnels, la ligne droite qui joint les extrémités de ces colonnes passera constamment par un point P.

» Si B est un thermomètre à gaz, A étant toujours un thermomètre à liquide, cette propriété subsistera, pourvu que la pression ne change pas. Si la pression change, les indications de B seront modifiées, le point P se déplacera décrivant un certain lieu. Qu'on gradue ce lieu, on aura un baromètre. Or ce lieu est une ligne droite. En effet, soient a et b les sommets des colonnes thermométriques à — 273 degrés (nous supposons la loi géométrique admise pour les dilatations, prolongée indéfiniment ; c'est à ce point de vue que nous considérons la température — 273 degrés ; nous n'y attachons aucune idée physique). A cette température, le volume du gaz étant nul, les indications de B ne sont plus modifiées par la pression ; la ligne ab sera donc la même pour toutes les pressions ; elle devra passer par tous les points tels que P et sera, par conséquent, le lieu cherché.

» *Du thermomètre à air.* — Cet appareil se compose essentiellement d'une certaine masse d'air emprisonnée dans un tube, à l'aide d'une colonne liquide, dont les déplacements indiquent les variations de volume du gaz. Il résulte d'expériences de plusieurs physiciens et de nos recherches personnelles que l'acide sulfurique est le liquide qui remplit le mieux les conditions imposées à un bon obturateur ; il ne se solidifie pas et n'émet pas de vapeurs sous l'influence des températures extrêmes de nos climats ;

la netteté de son ménisque donne une bonne lecture. Nous l'avons donc adopté. La rapidité avec laquelle ce liquide absorbe la vapeur d'eau exige qu'il soit isolé de l'air extérieur. Nous obtenons ce résultat par l'emploi d'un deuxième obturateur d'huile d'horlogerie.

» Un premier instrument, construit d'après ces principes, fonctionne régulièrement depuis un an, mais nous croyons que les chocs réitérés d'un transport pourraient diviser la colonne d'acide sulfurique, et il serait difficile, sinon impossible, de la rétablir dans les conditions primitives. Nous avons paré à cet inconvénient en plaçant les colonnes liquides dans des tubes en U, et les prenant assez longues pour que, dans leurs positions moyennes, elles occupent des longueurs à peu près égales dans chacune des branches.

» Par cette disposition, la division des colonnes est rendue plus difficile, et, si néanmoins elle se produit, il est toujours facile de rétablir la continuité du liquide en employant le mouvement de fronde dont l'usage est bien connu pour les thermomètres. Nous utilisons aussi ce mouvement de fronde dans la construction de l'appareil; grâce à ce perfectionnement, l'introduction des colonnes liquides, qui naguère était une opération assez difficile, s'exécute maintenant avec une facilité étonnante.

» *Du baromètre.* — Il suffit de jeter un coup d'œil sur l'instrument pour voir comment l'opération géométrique qui détermine la pression atmosphérique est exécutée à l'aide d'un fil tendu entre deux curseurs.

» On remarquera que les colonnes liquides sont placées toutes du même côté, de telle sorte que, l'instrument étant placé convenablement dans sa boîte, on peut facilement soumettre l'ensemble à un mouvement de fronde qui rétablisse la continuité de l'une des colonnes sans risquer de diviser les autres.

» Cet instrument a été construit avec un thermomètre à alcool et un tube de verre pris au hasard dans le commerce. Ses indications peuvent comporter quelques erreurs provenant du défaut de proportionnalité entre la dilatation de l'alcool et celle de l'air, et des irrégularités des sections des tubes. Ce n'est donc pas un instrument de précision; mais il suffit parfaitement pour constater les variations de pression atmosphérique qui précèdent ou accompagnent les principaux phénomènes météorologiques.

Comment on pourrait construire un baromètre de précision. — En employant le thermomètre à mercure, et faisant un choix judicieux des tubes qui doivent entrer dans la construction des deux thermomètres, on pourrait faire un baromètre de précision fondé sur les principes énoncés ci-dessus. Nous

croyons qu'à cet instrument on pourrait en substituer un plus simple et moins volumineux, consistant en deux thermomètres, l'un à liquide, l'autre à air, portant tous les deux des graduations arbitraires, mais bien étudiées d'avance. La pression atmosphérique s'obtiendrait à l'aide d'une table ou d'un calcul. Ce calcul n'aurait aucun inconvénient pour un instrument destiné uniquement à des observations scientifiques. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Note sur la dissociation de l'oxyde rouge de mercure;* par M. **H. Debray**.

« M. J. Myers a publié récemment un Mémoire (1) sur la dissociation de l'oxyde rouge de mercure dont les conclusions, peu en rapport avec ce que nous savons aujourd'hui de ce phénomène général, ne me paraissent pas justifiées.

» Voici en peu de mots quelles sont les expériences du chimiste hollandais. Il chauffe de l'oxyde rouge de mercure dans un tube de verre, mis en communication avec une pompe de Geissler, permettant, soit de faire le vide dans le tube, soit de mesurer la tension du gaz qui se dégage lorsqu'on le chauffe. Il trouve ainsi que, à 150 degrés, la tension atteint bientôt 2 millimètres et reste stationnaire lorsqu'on continue à chauffer l'oxyde durant une heure environ. A 240 degrés, elle reste encore égale à 2 millimètres; à 293 degrés elle ne dépasse pas, dans les mêmes conditions, $2^{mm},5$; elle atteint 8 millimètres à la température de 350 degrés, mais au-dessus de ce point, vers 400 degrés, la tension de l'oxygène dégagé par l'oxyde de mercure n'a plus de limite supérieure; elle croît constamment, quoique lentement, avec la durée de l'expérience. C'est ainsi qu'elle atteint progressivement 16 millimètres à 400 degrés, après 5 heures de chauffe, et 343 millimètres à 500 degrés, l'expérience étant prolongée pendant 7 heures.

» La tension du gaz ne diminuant pas sensiblement dans ses expériences par un refroidissement lent ou rapide, M. Myers a cru devoir en tirer les conclusions suivantes :

» La dissociation de l'oxyde de mercure est normale jusqu'à une température inférieure à 400 degrés, sauf que la tension atteinte ne diminue pas par le refroidissement. A partir de 400 degrés (probablement un peu au-dessous), il n'y a plus de tension maximum; la décomposition est con-

(1) *Deutsche chemische Gesellschaft*, t. VI, p. 11; 1873.

tinue et deviendrait totale après un temps suffisamment long, « parce que » les molécules séparées possèdent alors un mouvement plus rapide que » celui qui convient à la combinaison. »

» Beaucoup de chimistes ont encore, sur la dissociation, des idées trop incomplètes et parfois même inexactes pour qu'il soit possible de laisser passer sans observations des conclusions que n'autorisent pas, à mon avis, les résultats, fort exacts d'ailleurs, d'expériences nombreuses et souvent très-délicates que l'auteur a effectuées dans le travail que j'ai succinctement résumé.

» Pour étudier les lois de la dissociation de l'oxyde de mercure, il faudrait, si l'on veut conserver à ce mot le sens net et précis que lui a donné M. H. Sainte-Claire Deville, chauffer ce corps dans un espace dont tous les points fussent à la même température et déterminer, pour chacune des températures successivement communiquées à cet espace, la tension *maximum* que prennent alors l'oxygène et la vapeur de mercure.

» Il y aura, en effet, dans ce cas, un maximum de pression ; car, si d'une part la chaleur décompose l'oxyde de mercure, d'autre part, elle détermine la combinaison de l'oxygène et de la vapeur de mercure, et cela dans des limites de température bien autrement étendues que ne le pense M. Myers, en reproduisant de l'oxyde de mercure, de sorte qu'il arrivera un moment où, ces deux tendances se faisant équilibre, la tension des gaz dégagés demeurera constante. Sans aucun doute, la valeur de cette force élastique croîtra avec la température, sans que nous puissions déterminer *a priori* la loi de cette variation et la nature des circonstances qui peuvent modifier sa grandeur.

» En 1867, j'avais entrepris cette étude, dont l'intérêt était d'ailleurs plus général (1), car les lois particulières de ce phénomène s'appliqueraient sans doute à beaucoup d'autres corps, susceptibles, comme l'oxyde de mercure, de se dédoubler par la chaleur en deux éléments gazeux : tels sont l'eau et le perchlorure de phosphore ; si je n'ai pas publié ces recherches, c'est que, pas plus que celles de M. Myers, elles n'étaient de nature à éclairer beaucoup ce sujet important.

» J'avais d'abord employé un appareil ressemblant beaucoup à celui de ce chimiste; mais je n'ai pas tardé à reconnaître qu'il ne pouvait servir à déterminer les lois du phénomène. En voici la raison.

» Supposons pour un instant que, à la température de 440 degrés, la

(1) *Comptes rendus*, t. LXIV, p. 196.

décomposition de l'oxyde de mercure soit limitée par une tension d'oxygène, la tension correspondante de la vapeur de mercure.

» Si l'on vient alors à enlever la totalité ou seulement une partie du mercure, il est évident que l'on rompra l'équilibre existant entre les tendances à la décomposition de l'oxyde et à la combinaison des éléments séparés. Une nouvelle décomposition de l'oxyde aura donc lieu pour restituer le mercure soustrait à l'action de l'oxygène : la tension de ce dernier devra donc augmenter, et si l'on continue à enlever le mercure au fur et à mesure qu'il se forme, on ne voit pas de raison *a priori* pour que la tension de l'oxygène n'augmente pas d'une manière indéfinie.

» Dans nos appareils, l'élimination du mercure dégagé dans la partie chaude s'effectue d'une manière continue et naturelle en vertu du principe de Watt sur la condensation des vapeurs. Le métal vient se condenser sur les parties froides et échappe ainsi à l'action de l'oxygène dont la tension augmente progressivement. Dans mes expériences, elle pouvait dépasser la pression atmosphérique. Ces appareils ne sont donc pas disposés de manière à mesurer la tension de dissociation de l'oxyde de mercure, et la décomposition qu'on y observe n'a aucun rapport avec la dissociation véritable. Pour bien montrer que ce n'est pas à l'impossibilité où se trouverait la vapeur de mercure, vers 400 degrés, de se combiner à l'oxygène qu'est due la continuité de la décomposition, on peut chauffer, dans la vapeur du soufre, à 440 degrés, des tubes scellés contenant du mercure et de l'oxygène; il se forme alors sur les parois du tube des cristaux rouge-rubis, transparents, d'oxyde de mercure que les anciens chimistes connaissaient sous le nom de précipité *per se*, et la presque totalité des gaz se trouve absorbée. J'espérais qu'en refroidissant rapidement les tubes chauffés à 440 degrés je retrouverais une portion notable du gaz qui doit rester non combiné au mercure à cette température; mais il paraît que la combinaison des deux éléments gazeux met moins de temps à s'effectuer dans le tube qu'il n'en faut à la vapeur de mercure pour se condenser et arriver aux températures où elle est sans action sensible sur l'oxygène.

» Si donc l'oxygène ne s'est pas recombiné au mercure dans les expériences faites au-dessus et au-dessous de 350 degrés par M. Myers, il faut en chercher la raison dans la condensation du métal dégagé pendant la décomposition sur les parois froides de l'appareil : on ne peut pas conclure non plus que la tension soit réellement limitée au-dessous de 350 degrés; la décomposition est alors trop lente pour qu'il y ait des variations bien sensibles en quelques heures.

» Mais ce que confirment manifestement ces expériences, c'est que la décomposition de l'oxyde de mercure n'est nullement empêchée par l'augmentation de pression de l'oxygène, quand on soustrait le mercure dégagé à l'action de ce gaz; il faut, pour que la décomposition de l'oxyde soit arrêtée, pour qu'il cesse de se dissocier, que ce corps soit en contact, non pas seulement avec l'un de ses éléments, mais avec tous les deux, à une pression convenable et dépendante de la température.

» On ne peut donc pas admettre, comme l'a fait dernièrement M. Wurtz, dans son beau travail sur le perchlorure de phosphore, que la dissociation de ce corps, en chlore et protochlorure, soit empêchée par la présence d'un excès de protochlorure. Si l'illustre chimiste a trouvé pour le perchlorure une densité de vapeur plus grande que la densité habituelle, en le faisant vaporiser dans une grande quantité de protochlorure, cela peut tenir à ce que la rapidité avec laquelle un composé se dissocie dans un gaz inerte est moindre que lorsqu'il est chauffé seul (1). Mais il ne résulte pas de son expérience que, en maintenant suffisamment le mélange à une température constante, on ne retrouverait pas la densité de vapeurs correspondant à la dissociation normale. J'ai hâte de déclarer d'ailleurs que cette remarque, importante au point de vue de la théorie de la dissociation, n'enlève rien à la rigueur des conclusions que M. Wurtz a tirées de ses expériences sur le perchlorure de phosphore. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sur un moyen de comparer les poudres entre elles.* Note de M. DE TROMENEC, présentée par M. Berthelot (2).

« Les différents moyens de comparer les poudres entre elles sont jusqu'à présent le pendule balistique, le mortier-éprouvette, les éprouvettes à ressort, etc.

---

(1) On remarquera que l'analogie qui existe entre les phénomènes de vaporisation et de dissociation rend cette interprétation bien plausible. L'eau se vaporise beaucoup plus vite dans le vide que dans un gaz, l'hydrogène ou l'oxygène par exemple; mais la tension maximum de la vapeur est la même dans ces gaz que dans le vide.

(2) Ce Mémoire m'a été remis dans le cours de l'année 1872. L'auteur n'en avait pas réclamé la publication immédiate, pour diverses circonstances, et surtout à cause du désir de compléter ses expériences par l'analyse des produits de la combustion de la poudre. Mais, ayant appris que d'autres savants s'occupaient de la même question, je crois devoir faire connaître ce travail, tel qu'il m'a été communiqué, afin de réserver les droits de l'auteur. (Note de M. Berthelot.)

» Ces moyens sont généralement jugés insuffisants : les résultats qu'ils donnent ne sont pas toujours comparables d'un établissement à l'autre ; on ne peut comparer entre elles que des poudres différant peu par leurs caractères physiques. Il est évident, par exemple, que, si l'on tire dans le mortier éprouvette une poudre très-fine, puis une poudre très-grosse, les résultats que l'on obtient ne peuvent servir de termes de comparaison entre les deux poudres.

Le procédé que nous proposons s'applique à toute espèce de poudre, et en donne la valeur absolue, indépendamment de l'arme dans laquelle elle est tirée.

» *Définition.* — Lorsqu'une poudre détone, elle produit sur les corps voisins des effets mécaniques, dont l'intensité varie avec la nature de la poudre et avec la quantité employée.

» Si nous supposons que la détonation ait lieu dans un cylindre, dont les parois ne puissent *ni s'échauffer ni se dilater*, et dans lequel glisse un piston chargé de poids, tout l'effort de la poudre sera employé à soulever le piston, qui sera soulevé d'autant plus haut que la poudre est plus forte.

» Supposons, par exemple, que 5 grammes d'une poudre soulèvent à 1 mètre de hauteur le piston chargé de 1000 kilogrammes, le travail développé sera de 1000 kilogrammètres. Si 5 grammes d'une autre poudre le soulèvent à $1^{m},10$ de hauteur, le travail sera de 1100 kilogrammètres, et nous pourrons dire que les deux poudres sont entre elles comme 10 : 11.

» En général, nous appellerons *force absolue d'une poudre* le plus grand nombre de kilogrammètres qu'elle puisse produire en détonant; nous avons ainsi une définition qui nous permet, non-seulement de comparer les poudres entre elles, mais encore de les comparer à tous les autres moteurs.

» *Mesure de la force absolue.* — Pour mesurer la force absolue de la poudre, on peut se baser sur ce principe de thermodynamique : Lorsqu'un corps détone sans produire d'effet dynamique, la force disponible se transforme en chaleur. Il suffit donc de faire détoner la poudre en vase clos et de mesurer la chaleur produite (1).

» *Description de l'appareil.* — L'appareil que nous proposons se compose

---

(1) Cette méthode a déjà été employée par MM. Bunsen et Schischkoff; mais les valeurs numériques qu'ils ont observées sont plus faibles que les nôtres, sans doute à cause d'une combustion moins complète.

d'un vase cylindrique en acier fondu (1), ayant une capacité intérieure d'un demi-litre environ et des parois fort épaisses, de 3 à 4 centimètres.

» Le vase est hermétiquement fermé par un bouchon à vis, muni d'un canal central fermant à robinet et de deux conduits latéraux, où sont mastiqués les deux fils d'un appareil électrique destiné à enflammer la charge.

» Dans une des parois du vase, il serait utile de visser un élément thermo-électrique, destiné à donner la température des gaz dans les périodes qui suivent l'explosion; mais nous n'avons pas encore réalisé cette disposition.

» Le vase est placé dans un récipient en tôle rempli d'eau, qui sert de calorimètre, et qui lui-même est placé dans un baquet rempli de coton, pour éviter les pertes de chaleur. Le vase est rendu immobile par une vis de pression qui appuie sur le bouchon.

» Un thermomètre donne la mesure de la température à un centième de degré près. On agite l'eau au moyen d'un agitateur.

» *Expériences* (3 juillet 1870). — La valeur de l'obus, du calorimètre, du thermomètre et de l'agitateur, réduite en eau (K), a été calculée à 526 grammes, en prenant pour base les capacités calorifiques données dans la *Physique* de Jamin.

» Le calorimètre contenait 1500 grammes d'eau à chaque expérience; on avait ainsi : $K + P = 2^{kg},026$.

Poudre à canon du Bouchet (1861).

Poids de la poudre	5 grammes
Élévation de température observée	$2^\circ,1$
Nombre de calories correspondant à 5 grammes de poudre	$4^{Cal},2546$
Nombre de calories correspondant à 1 kilogramme de poudre	840 Calories

Poudre de mine.

Poids de la poudre	5 grammes
Élévation de température observée	$1^\circ,8$
Nombre de calories correspondant à 5 grammes de poudre	$3^{Cal},6468$
Nombre de calories correspondant à 1 kilogramme de poudre	729 Calories

Poudre de contrebande, d'origine anglaise.

Poids de la poudre	5 grammes
Élévation de température observée	$2^\circ,2$
Nombre de calories correspondant à 5 grammes de poudre	$4^{Cal},4572$
Nombre de calories correspondant à 1 kilogramme de poudre	891 Calories

» Les chiffres 840, 729 et 891 peuvent servir de comparaison entre ces poudres. »

(1) Dans ces premiers essais, nous avons employé simplement un obus de 4 en fonte.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les oxalines ou éthers de la glycérine et des alcools polyatomiques;* par M. **Lorin**. (Extrait.)

« L'acide oxalique et la glycérine donnent naissance à l'oxaline, composé solide, blanc, soyeux comme l'acétamide, hygrométrique, d'un aspect gras. Chauffé, il entre en fusion, émet des vapeurs, dégage de l'oxyde de carbone et laisse de la glycérine.

» L'ammoniaque convertit l'oxaline en oxamide.

» L'acide oxalique donne un composé analogue avec la mannite.

» L'auteur avait déjà signalé la formation d'une substance du même type par l'action de l'acide oxalique sur le glycol.

» Ces recherches ont été effectuées au laboratoire de l'École centrale. »

ZOOLOGIE. — *Sur la position zoologique et le rôle des Acariens parasites connus sous les noms d'*Hypopus, Homopus *et* Trichodactylus; Note de M. **Mégnin**, présentée par M. Ch. Robin.

« Degeer, le premier, en 1735, observa sur la mouche domestique de très-petits Acariens rougeâtres, à corps ovale, à tête munie d'une petite trompe déliée, garnie de poils assez longs, à pattes antérieures assez grosses, les dernières filiformes (1), que Linné inscrivit dans son *Systema naturæ* sous le nom d'*Acarus muscarum*. Geoffroy, qui paraît l'avoir vu aussi, nomma cet Acarien *mite brune* des mouches (2).

» Hermann, en avril 1757, trouva aussi, sur le ventre et les pieds d'une larve de scarabée ou de la trichie hermite, un très-grand nombre de petites mites ovales, charnues, d'un brun jaunâtre, ayant les pieds courts et roides et le tarse garni de piquants tendus en avant, qu'il nomma *Acarus spinitarsus* (3); il lui donne une longueur de $\frac{3}{20}$ de ligne, une paire de soies postérieures et une antérieure qu'il regarde comme des antennules, un corps gras, à peine plus large qu'épais.

» En 1781, Schranck fit connaître, sous le nom d'*Acarus acarorum*, une petite mite semblable, trouvée sur une grande mite, l'*Acarus crassipes* L., qui n'est autre que le mâle d'une espèce de Gamase (4).

(1) Degeer, t. VIII, p. 115, pl. 7, *fig.* 1, 2, 3.
(2) *Histoire des insectes*, t. II, p. 624, n° 6.
(3) *Mémoire aptérologique*, p. 85, pl. 6, *fig.* 5.
(4) *Enumeratio insectorum Austriæ.* Augusta Vindelicorum; 1781, p. 524.

» Dugès, en 1834 (1), trouva sur un Hister un Acarien qu'il regarda comme identique à celui d'Hermann et qu'il nomma *Hypopus;* à ce genre il rattacha l'*Acarus muscarum* de Degeer, le *Spinitarsus* d'Hermann et le pou du limaçon de Lyonnet.

» Dufour, en 1839 (2), fit connaître deux autres espèces de ce genre, l'une (l'*H. Feroniarum*) vivant en troupes serrées sur la tête et le corselet des Féronies, l'autre (l'*H. Sapromyzarum*) vivant sur les Diptères du genre *Sapromyza;* et, en même temps, il fit connaître sous le nom de *Trichodactyle* un autre Acarien parasite des Osmies qui appartient certainement au même système de développement.

» Koch admit le nouveau genre dans son ouvrage sur les Arachnides (3), paru en 1843, l'enrichit de nouvelles espèces et créa le genre *Homopus* pour les Trichodactyles de L. Dufour.

» La même année, Dujardin rencontra, sur l'aile d'une abeille, un petit Acarien dont il fit d'abord un genre spécial sous le nom d'*Anoctus*, qu'il supprima ensuite lorsqu'il reconnut qu'il s'agissait d'un véritable *Hypopus* (4).

» Un peu plus tard, Gervais décrivit encore une nouvelle espèce d'*Hypopus* et classa ce genre à côté des Tyroglyphes (5).

» En 1847, Dujardin reprit l'étude de ces petits êtres et ajouta dix nouvelles formes à la liste des espèces déjà connues (6). Dans ce travail, Dujardin fait remarquer les nombreuses ventouses abdominales qui servent aux Hypopes pour se fixer sur les insectes sur lesquels on les trouve en parasites; il constate l'absence de mandibules et regarde ces Acariens comme privés complétement de bouche. Ayant recueilli sur une fougère, au milieu de plusieurs autres Hypopes et de nombreux Gamases, des individus desséchés dont l'enveloppe renfermait une forme molle d'Acariens pourvus de palpes et de mandibules chélifères, il fut porté à regarder les Hypopes comme des larves de Gamases et il vit une confirmation de son opinion dans le fait que l'on rencontre souvent les Hypopes en compagnie des Gamases.

» En 1868, Claparède, dans une étude très-approfondie sur l'embryolo-

---

(1) *Annales des Sciences mathématiques*, 2e série, t. I, p. 37.
(2) *Annales des Sciences mathématiques*, 2e série, t. XI, p. 278.
(3) *Uebersicht der Arachniden Systems*, von Koch, 1839-1843.
(4) *Annales des Sciences naturelles*, 3e série: *Zool.*, t. II, p. 245.
(5) Suite à Buffon. *Les Aptères*, t. III, p. 260.
(6) *Loco citato*.

gie de quelques Acariens (1), rapporte qu'une larve octopode ou nymphe d'un Tyroglyphe particulier [déjà décrit par MM. Fumouze et Robin sous le nom de *Tyroglyphus echinopus* (2)], s'étant, sous ses yeux, et en muant, transformée en Hypope, il a été conduit à le regarder comme le mâle adulte du Tyroglyphe en question, et il donne comme preuve la tendance qu'ont ces Hypopes à s'attacher aux femelles adultes du Tyroglyphe, et l'absence d'autres mâles. L'étude si complète, faite par MM. Fumouze et Robin, de cette nouvelle espèce de Tyroglyphe à ses différents âges et dans les deux sexes, détruit l'interprétation de Claparède; mais le fait de son observation subsiste.

» L'*Hypopus* est un Acarien évidemment imparfait, malgré la présence de ses huit pattes, car il est impossible de trouver trace d'organes sexuels. Les observations soutenues, renfermées ici, le prouvent. Pour étudier les diverses phases du développement, à tous les âges et dans les deux sexes, d'un Acarien nouveau que nous venons de décrire, le *Tyroglyphus rostro-serratus* (Mégnin) (3), nous élevons de nombreuses générations de cet être microscopique, dans des cages de fer-blanc, en leur fournissant simplement des épluchures de champignons qui leur servent à la fois d'aliments et d'habitat. Un fait nous avait frappé en observant nos élèves : c'est que, tant que le champignon était humide et en pleine décomposition, des myriades de Tyroglyphes à scie grouillaient dans nos boîtes; quand, au contraire, les champignons commençaient à se dessécher, les Tyroglyphes disparaissaient en grande partie, et étaient remplacés par des légions d'un petit Hypope, facile à reconnaître pour l'*H. Feroniarum* de Dufour, ou l'*H. Dugesii* de Claparède. En renouvelant la provision de champignons, les Hypopes disparaissaient à leur tour, remplacés de nouveau par les Tyroglyphes. L'observation la plus attentive ne montrait aucun Gamase dans les cages.

» Persuadés que ces Hypopes devaient changer de forme en muant, nous en avons isolé à différentes reprises dans de petites cages de verre, mais sans succès : ils restaient inertes, collés aux parois, et comme privés de vie. L'idée nous étant venue de les mettre en contact avec du champignon frais, *nous les avons vus alors se transformer sous nos yeux en petits Tyroglyphes octopodes non encore sexués*. Mais nous n'avions encore qu'une partie de la solution du problème; en cherchant bien, sur le champignon desséché, *nous*

---

(1) *Zeitschr. für Wiss. zool.*, t. XVIII, p. 445, Leipzig, 1868.
(2) *Journal de l'Anatomie*... 1868, n° 3, mai et juin.
(3) *Voir* le *Journal de l'Anatomie* de M. Ch. Robin, n° de juillet 1873.

avons fini par trouver des Tyroglyphes, à l'état de nymphe octopode, prêts à muer, présentant dans leur intérieur un Hypope tout formé. (Nous avons fait constater le fait par M. Robin, nous en avons dessiné toutes les phases, et des préparations microscopiques sont là pour en témoigner.)

» Ainsi les Hypopes ne sont autre chose qu'une phase de la vie de certains Acariens et, en particulier, des Tyroglyphes.

» Mais pourquoi ce changement temporaire de forme au milieu de leur existence? L'observation montre combien sont lents les mouvements des Tyroglyphes à scie, par exemple, et l'on se demande comment ils peuvent, dans l'état de nature, se transporter d'un champignon à l'autre. D'un autre côté, on constate que, privés d'humidité, ces Tyroglyphes, qui sont de véritables amphibies, meurent vite. Or, dans ces conditions, l'arrivée d'une sécheresse, qui fait disparaître les champignons à l'humidité, ferait disparaître aussi les Tyroglyphes et toute leur espèce, si la nature n'y avait pourvu par la transformation des nymphes en Hypopes. L'Hypope est certainement la forme acarienne qui résiste le mieux aux influences extérieures : nous en avons vu faire encore des mouvements après un bain d'une demi-heure dans l'essence de térébenthine, qui tue si vite tous les autres Acariens, surtout ceux qui ne sont protégés par aucune carapace, comme presque tous les Sarcoptides. La cuirasse complète qui couvre entièrement l'Hypope, la faculté qu'il a de fermer hermétiquement sa bouche (qui existe quoi qu'en dise Dujardin) avec sa lèvre, comme avec un clapet, la faculté qu'il a de vivre longtemps expliquent le fait. Pour fuir les endroits désolés par la sécheresse, il a, en outre, l'instinct et les moyens de se cramponner et d'adhérer solidement, par ses ventouses abdominales, à tous les petits êtres plus agiles que lui qui passent à sa portée, ce qui en fait un admirable agent de dissémination. Nous avons retrouvé notre petit Hypope sur des Coléoptères et des Diptères, parfaits ou à l'état de larve, sur des Arachnides (Faucheurs, Hombidions, Gamases, etc.), et surtout sur des Myriapodes. Ainsi ce n'est pas un vrai parasite; il n'est pas spécial à tel ou tel insecte ou autre animal.

» L'Hypope n'est donc autre chose qu'une *nymphe cuirassée, adventive, hétéromorphe,* chargée de la conservation de la dissémination de l'espèce d'acarien qui passe par cette forme dans son évolution. »

ANATOMIE. — *Recherches pour servir à l'histoire de la digestion chez les oiseaux.* Note de M. **Jobert**, présentée par M. Ch. Robin.

« Dans les Traités classiques d'Anatomie et de Physiologie comparée, le gésier des oiseaux est considéré comme un organe *exclusivement* triturateur, les fonctions chimiques étant dévolues entièrement au renflement succenturié.

» Depuis quelques années, la structure de l'estomac musculeux a été l'objet de recherches nombreuses. Mollin a décrit des glandes situées dans l'épaisseur de la muqueuse qui tapisse la face interne; Leydig a figuré des organes de ce genre dans la description de l'estomac du Héron, et il considère le revêtement jaune épais que recouvre la muqueuse comme un produit de sécrétion des glandes profondes. Curschman a étudié les mêmes glandes et a découvert, dans l'épaisseur du revêtement épithélial, des tubes pleins qu'il considère comme des produits de sécrétion et dont la réunion intime constitue la masse jaune pidermoïde; il nie énergiquement la communication de ces tubes avec l'intérieur de la cavité du gésier et refuse d'admettre la possibilité d'une réaction acide de la part du liquide sécrété par les glandes, idée émise en Hollande, mais peu acceptable. Le liquide pris dans le gésier pouvant provenir du ventricule succenturié, j'ai pu, au laboratoire des Hautes Études, étudier de nombreux gésiers. Celui de l'Autruche (*Struthio camelus*) m'a présenté une structure absolument différente de celle figurée par Curschman.

» Les tubes excréteurs des glandes, très-gros, s'ouvrent à l'extérieur d'une façon manifeste. Quelques-uns des canaux sont tortueux comme ceux des glandes de la sueur dans l'épiderme, le liquide sécrété est limpide, d'une réaction acide extrêmement énergique; il rougit le papier de tournesol immédiatement, et fournit avec l'oxyde de zinc un sel soluble de zinc mis en évidence par la cristallisation ou à l'aide de la réaction du sulfhydrate d'ammoniaque qui donne, avec la liqueur extraite du gésier, chauffée avec l'oxyde de zinc convenablement préparé, un précipité blanc de sulfure de zinc. La réaction n'est pas douteuse. Je ne saurais donc me ranger à l'opinion de Curschman, anatomiquement et physiologiquement. Les glandes du gésier sont particulièrement intéressantes chez l'Autruche, et cette disposition a échappé à l'observateur allemand.

» Elles sont disposées en culs-de-sac nombreux qui viennent aboutir à un tube central excréteur et ce tube lui-même offre des cloisons incom-

plètes qui tendent à le diviser, ce qui lui donne l'apparence d'un moule cannelé.

» Chez le Pélican qui ne possède pas de gésier, les glandes que j'appellerai acides, tout en existant sur toute la surface de l'estomac, sont cependant extrêmement nombreuses; vers le pylore, dans l'étendue de 2 centimètres, on n'y trouve plus de glandes à pepsine, à grandes cellules rondes, les glandes acides étant à épithélium pavimenteux. Chez le Flamant rose, le gésier offre à considérer des glandes nombreuses isolées et non groupées, comme l'a vu Mollin chez quelques Gallinacés. Chez le Pigeon, elles sont isolées également et la sécrétion est acide au plus haut degré.

» Il faut donc considérer le gésier non comme un organe exclusivement triturateur, mais comme un estomac chimique également et chargé de sécréter un liquide acide. J'ai pu avec le liquide recueilli obtenir une dissociation des cellules nerveuses des ganglions du sympathique, comme MM. Faivre et Polaillon l'ont fait avec du suc gastrique de Mammifères. Avec le liquide du ventricule succenturié, M. Cl. Bernard m'a dit n'avoir jamais pu obtenir de digestions artificielles. Ce fait ne saurait étonner, après les observations que j'ai l'honneur de communiquer à l'Académie. En terminant cette Communication, je constaterai :

» 1° L'absence, dans le jabot du Pélican, du Flamant, du Poulet, de toute espèce de glande;

» 2° Dans les glandes de leur œsophage, une disposition anatomique analogue à celle de glandes du gésier de l'Autruche; celles-ci sont analogues elles-mêmes à celles du ventricule succenturié; on y observe des cloisons incomplètes.

» J'attribuerai donc aux glandes du gésier un rôle actif dans la digestion et non la fonction de sécréter du mucus. Quant à la nature de l'acide, je ne saurais être affirmatif. On n'est pas encore fixé sur ce point de Physiologie, même en ce qui concerne les grands Mammifères. Les cristaux obtenus par le moyen que j'ai décrit (oxyde zinc) ont la forme de longues aiguilles qui se groupent entre elles et forment des pinceaux. C'est là l'aspect des cristaux de l'acétate de zinc observés au microscope; la ressemblance est parfaite, mais ce caractère ne me paraît pas suffisant pour affirmer, et de nouvelles recherches chimiques sont indispensables pour déterminer la nature de l'acide élaboré. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Observations sur quelques liquides de l'organisme des Poissons, des Crustacés et des Céphalopodes ;* Note de MM. **Rabuteau** et **F. Papillon**, présentée par M. Ch. Robin.

« Nous avons l'honneur de soumettre à l'Académie quelques-uns des résultats des études que nous avons faites récemment au laboratoire de M. Coste, à Concarneau, sur la physiologie des Poissons, des Crustacés et des Mollusques.

» *Liquide péritonéal de divers Poissons.* — On rencontre dans le péritoine des raies un liquide parfois très-abondant. Ce liquide, auquel nous avons trouvé une densité moyenne de 1,021, est neutre et souvent légèrement acide. Les acides nitrique et chlorhydrique n'y déterminent aucune coagulation ni à froid, ni à chaud. Le tannin y produit un trouble blanchâtre assez considérable, qui se rassemble par la chaleur. Ce liquide contient donc une petite quantité d'une matière albuminoïde particulière, laquelle forme une couche peu épaisse à la surface du liquide, lorsqu'on évapore celui-ci au bain-marie.

» Ce liquide filtré, abandonné à lui-même, reste inodore pendant un temps d'autant plus long que la température est plus basse. Au bout d'un jour (en mai), il répand une odeur ammoniacale qui appelle aussi celle de la méthylamine. Traité par le procédé de Leconte, ce liquide fournit une quantité considérable d'azote; ainsi 25 grammes de ce liquide ont donné jusqu'à 160 centimètres cubes de ce gaz. D'où provient cet azote? Nous avons évaporé le liquide du cinquième au dixième de son volume primitif et y avons ajouté de l'acide nitrique qui l'a fait prendre en masse cristalline. 315 grammes du liquide ont donné plus de 12 grammes de ces cristaux (180 grammes d'un autre échantillon, traités par l'acide oxalique, ont formé $5^{gr},2$ d'oxalate). Les cristaux obtenus avec l'acide nitrique contiennent une forte proportion d'urée, ainsi que l'ont signalé, il y a quelques années, Stœdeler et Frerichs, et qu'a bien voulu le vérifier M. Wurtz au moyen des produits préparés par nous; mais l'odeur de méthylamine qu'ils dégagent lorsqu'on les traite par la potasse y atteste la présence d'une autre substance. Bien que nos études sur ce point soient inachevées, nous invoquons dès maintenant, à l'appui de l'existence de cet autre corps, la formation d'un chlorhydrate cristallin, qui s'obtient en traitant les résidus de l'évaporation du liquide par l'acide chlorhydrique liquide. L'urée ne donne pas de chlorhydrate dans de pareilles circonstances, et celui que nous avons préparé laisse dégager, lorsqu'on le traite par la potasse,

un gaz *combustible* et doué d'une odeur pénétrante de méthylamine (1).

» Le liquide péritonéal de la torpille et du squale présente des réactions à peu près identiques. 9 grammes de liquide de torpille ont fourni 38 centimètres cubes d'azote. Cette proportion, inférieure à celle de la raie, tient probablement à ce que la torpille était à jeun depuis bien longtemps. Le liquide du squale nous a donné des cristaux d'un nitrate déliquescent qui, traité par la potasse, a exhalé une forte odeur de méthylamine.

» *Autres liquides.* — L'analyse d'un certain nombre d'autres humeurs et de parties solides de l'organisme des Plagiostomes nous a fait voir qu'elles contiennent toutes ces corps à la putréfaction desquels on peut attribuer l'odeur caractéristique des Poissons et que nous considérons comme des mélanges d'urée et d'une *urée composée*. Le liquide péricardique du squale bouclé est légèrement acide, se trouble par la chaleur, mais non par les acides, et donne pour 10 grammes 65 centimètres cubes d'azote. 20 grammes de liquide intestinal d'une raie ont donné 182 centimètres cubes d'azote. La liqueur provenant du lavage des reins de raie dégage aussi par le réactif Leconte une abondante proportion de ce gaz. 2 grammes d'urée de raie en donnent 15 centimètres cubes. Enfin les œufs de raie, traités par la potasse, exhalent une très-forte odeur de méthylamine.

» *Liquides digestifs.* — Le suc gastrique de raie est d'une grande acidité. Évaporé à siccité au bain-marie, il donne un résidu qui, traité par l'eau, n'est nullement acide. Distillé au bain-marie, il a dégagé des vapeurs dont la condensation a fourni un liquide incolore qui donne, avec le nitrate d'argent, un précipité de chlorure. Il s'est donc dégagé de l'acide chlorhydrique du suc gastrique de raie. Nous n'y avons pas rencontré d'acide bromhydrique, dont on aurait pu admettre l'existence dans ce liquide. Toutefois, ce suc gastrique renferme du brome à l'état de bromure, ainsi qu'on s'en assure en évaporant plusieurs grammes de suc gastrique avec un peu de potasse pure, incinérant, traitant par l'eau, ajoutant de l'acide azotique renfermant des vapeurs nitreuses, et agitant avec du sulfure de carbone. Traitée par le procédé de Leconte, cette humeur a fourni de l'azote, mais en très-petite quantité : 26 grammes de liquide ont donné 7 centimètres cubes d'azote. 26 grammes de ce suc gastrique contenaient $1^{gr},05$ de matières solides. Le suc pancréatique des mêmes Poissons présente une *acidité* constante, comme toutes les autres humeurs de ces animaux.

(1) Nous avons fait l'examen de ces produits avec le concours obligeant de M. Silva.

» *Sang.* — Le sang de poulpe ne donne au spectroscope aucune bande d'absorption. Il bleuit légèrement à l'air, et perd sa teinte bleue lorsqu'on y fait passer un courant d'acide carbonique. Si on l'agite de nouveau à l'air, il reprend sa couleur bleue. Le sang de crabe, notamment celui du crabe tourteau, présente des phénomènes identiques. Rien de plus net que ces alternatives de coloration en bleu par l'air et de décoloration par l'acide carbonique. Ces faits sont en contradiction avec ceux que Harless, Schlossberger et d'autres observateurs ont signalés relativement au sang du calmar, de la seiche et de l'élédone. Nous n'avons pu nous procurer ces derniers Céphalopodes; mais, pour ce qui regarde le poulpe, le doute ne nous paraît pas possible touchant l'influence colorante de l'air et décolorante de l'acide carbonique.

» Le sang du poulpe et celui du crabe offrent d'autres analogies. Tous deux renferment une matière coagulable que l'acide nitrique, à froid, colore en jaune, et dissout chaud en produisant un liquide de même couleur. L'acide chlorhydrique dissout cette matière en bleu violet pâle. Nous avons recherché l'urée, dans le sang de crabe, par le procédé Leconte. Dans un premier essai, 59 centimètres cubes de ce liquide, préalablement traités par le sous-acétate de plomb, ont donné 30 centimètres cubes d'azote. Dans une seconde expérience, 77 centimètres cubes de sang débarrassé d'albumine et évaporé au bain-marie jusqu'au volume de 25 centimètres cubes, ont fourni, par le procédé Leconte, 21 centimètres cubes d'azote.

» Nous avons examiné aussi, à plusieurs reprises, le sang du squale et de la raie, et nous y avons rencontré de l'urée en proportion beaucoup plus considérable, c'est-à-dire que nous avons obtenu avec ces humeurs d'énormes quantités d'azote. 85 grammes de sang de squale ayant été évaporés au bain-marie, on reprend le résidu par l'alcool, on évapore à nouveau la solution alcoolique, on reprend le nouveau résidu par l'eau, et l'on traite par l'acétate de plomb. Le produit obtenu donne, par le procédé Leconte, 202 centimètres cubes d'azote.

» Cette première partie de nos études est incomplète. Si nous n'avons pu leur donner tout le développement qu'elles comportent, c'est que l'établissement de Concarneau n'offrait pas, au moment où nous les y avons poursuivies, les ressources nécessaires pour les expériences de ce genre. M. Coste, que préoccupe incessamment le développement de tous les genres d'observations biologiques, y a fait construire depuis un laboratoire de chimie où l'on pourra trouver désormais les moyens de reprendre et de poursuivre les travaux de cet ordre. Ainsi agrandi, cet établissement, le

plus ancien de ceux qui ont été installés sur le bord de la mer pour les études physiologiques, pourra rivaliser, nous l'espérons, avec ceux que les Allemands, à son imitation, créent aujourd'hui à grands frais sur les côtes d'Italie.

» Dans une prochaine Communication, nous donnerons la suite de nos recherches. »

THERMOCHIMIE. — *Sur la chaleur de combustion des matières explosives.* Note de MM. **Roux** et **Sarrau**, présentée par M. Rolland.

« 1. Les recherches de M. Berthelot sur l'évaluation théorique de la force de la poudre et des matières explosives ont fait ressortir l'importance que présente, à ce point de vue, la mesure des quantités de chaleur dégagées par la combustion de ces substances. Le seul résultat expérimental de cette nature qui, à notre connaissance, ait été publié jusqu'à ce jour est celui que MM. Bunsen et Schischkoff ont fait connaître, pour une poudre semblable à notre poudre de chasse. Nous avons pensé qu'il ne serait pas sans intérêt d'installer à cet effet un appareil simple, peu coûteux, et d'un fonctionnement assez sûr et assez rapide pour faire de cette détermination le complément pratique des épreuves auxquelles sont soumises, au Dépôt central des Manufactures de l'État, les diverses matières explosives usitées dans la guerre ou dans l'industrie.

» 2. La déflagration se produit dans des bombes cylindriques en fonte, de 6 millimètres d'épaisseur, présentant une capacité intérieure de 270 à 280 centimètres cubes. Ces bombes sont fermées par un bouchon taraudé en bronze, que traverse un fil isolé, au moyen duquel on peut, par le passage d'un courant, porter au rouge un fil mince disposé dans l'intérieur et enflammer ainsi la substance. Elles plongent dans un vase en cuivre rouge, de $0^{m},140$ de diamètre et $0^{m},160$ de hauteur, renfermant $1^{kg},830$ d'eau. La température du bain s'évalue à l'aide d'un thermomètre gradué en dixièmes de degré, donnant à vue le centième. Pour avoir la chaleur dégagée, il suffit de porter le bain à une température sensiblement égale à celle de l'enceinte, de produire la déflagration et d'observer, en agitant l'eau, la variation de la température du bain. En désignant par Δ cette variation et par P le poids total *en eau* du calorimètre, la chaleur dégagée est $P\Delta$.

» 3. Voici maintenant les éléments du calcul d'une détermination :

Poudre de chasse fine d'Angoulême; charge de la bombe... 8 grammes.

Poids en eau du calorimètre :

Vase en cuivre rouge.................	$0^{kg},8806 \times 0^{kg},0951$	$= 0,0838$
Bouchons en bronze.................	$0,3180 \times 0,0939$	$= 0,0299$
Bombe en fonte....................	$1,176 \times 0,130$	$= 0,1529$
Eau...........................	....	$= 1,8300$
Poids total P...................		$= 2,0966$

Excès observé de la température........	$\Delta = 3^{\circ},07$
Chaleur dégagée par 8 grammes.........	$P\Delta = 6,4366$
Chaleur dégagée par 1 kilogramme.......	... $804^{cal},4$

» 4. Il existe deux causes d'erreur dont il n'est pas inutile d'apprécier, au moins approximativement, l'influence. La première est relative au rayonnement du calorimètre. On peut la corriger comme il suit. Soit τ le temps après lequel la température du bain s'accroît de Δ; en admettant que, pendant ce temps, la température s'abaisse uniformément et en raison de l'excès moyen $\frac{\Delta}{2}$, l'abaissement total sera $\frac{h\tau\Delta}{2}$, h étant la vitesse de refroidissement pour un excès égal à 1 degré. La chaleur perdue est donc $\frac{h\tau P\Delta}{2}$, d'où résulte une erreur relative

$$\varepsilon_1 = \frac{h\tau}{2}.$$

» Dans nos expériences, nous avons trouvé $h = 0^{\circ},00672$ et $\tau = 1',5$ environ; il en résulte $\varepsilon_1 = 0,00504$, soit $\frac{1}{200}$ environ. Cette correction est très-faible et l'on peut la négliger dans la pratique, ou, mieux, faire une compensation approximative en abaissant la température initiale du bain au-dessous de celle de l'enceinte, d'une quantité à peu près égale à la moitié de la variation Δ.

» 5. La seconde cause d'erreur résulte de la différence, généralement très-faible, qui existe entre les températures intérieure et extérieure de la bombe lorsque, après la déflagration, la température du bain atteint son maximum. Cette différence est telle, que le flux de chaleur qui en résulte à travers la paroi de la bombe compense, pendant un temps très-court, à partir de l'instant du maximum, la chaleur perdue par le rayonnement du calorimètre. On pourrait le calculer si l'on connaissait exactement, dans les conditions de l'expérience, le coefficient de conductibilité de la paroi de la bombe. En désignant, en effet, par k ce coefficient, par e et s l'épaisseur et la surface moyenne de la paroi, et par δ la différence de température

cherchée, on aurait

$$\frac{sk\delta}{e} = \mathrm{P}h\Delta.$$

» La quantité de chaleur perdue est celle qui est nécessaire pour maintenir à l'excès de température δ les produits de la combustion, et à l'excès moyen $\frac{\delta}{2}$ la masse de la bombe. Si donc on désigne par p le poids en eau des produits de la combustion augmenté du demi-poids en eau de la bombe, la chaleur perdue est

$$ph = \frac{eph.\mathrm{P}\Delta}{sk},$$

d'où résulte l'erreur relative

$$\varepsilon_2 = \frac{eph}{sk}.$$

» La valeur du coefficient k présente beaucoup d'incertitude, en raison de l'influence dominante de l'état des surfaces dans les phénomènes de conductibilité; en admettant, pour avoir une idée de l'importance de l'erreur commise, la valeur $k = 0,477$, que l'on obtient, pour le fer, en combinant les conductibilités relatives des barres métalliques obtenues par Despretz avec la valeur absolue trouvée par Péclet pour le coefficient de conductibilité du plomb, et prenant les valeurs déterminées directement

$$p = 0^{\mathrm{kg}},093, \quad e = 0^{\mathrm{m}},006, \quad s = 0^{\mathrm{m}},0319,$$

on trouverait

$$\varepsilon_2 = 0,00025.$$

» La correction qui en résulte paraît donc absolument négligeable. Il n'y aurait lieu d'y avoir égard que dans le cas où, pour accroître la résistance de la bombe d'épreuve, on jugerait à propos d'augmenter son poids et son épaisseur. Elle pourrait aussi devenir sensible si la déflagration se faisait dans une enveloppe formée d'une substance peu conductrice, le verre par exemple, dont le coefficient de conductibilité est $\frac{1}{36}$ de celui du fer.

» 6. C'est ainsi qu'ont été faites les déterminations suivantes, qui sont relatives aux diverses espèces de poudres fabriquées en France.

1. Espèce de la poudre.	2. Dosages. Salpêtre.	Soufre.	Charbon.	3. Calories dégagées par 1 kilogr. de poudre.	4. Poids des gaz par 1 kilogr.
Poudre de chasse fine........	78	10	12	807,3	0,337
» de guerre à canon....	75	12,5	12,5	752,9	0,412
» à fusil dite B.........	74	10,5	15,5	730,8	0,414
» de commerce extérieur.	72	13	15	694,2	0,446
» de mine ordinaire......	62	20	18	570,2	0,499

» La dernière colonne fait connaître la proportion de gaz permanents fournis par la combustion de chaque espèce de poudre. Pour avoir cet élément, on pèse, avant la déflagration, la bombe avec son chargement intérieur. A la fin de l'épreuve, on l'essuie avec soin, on laisse échapper les gaz en dévissant avec précaution le bouchon, et l'on pèse de nouveau. On a par différence le poids des gaz.

» Chacun des résultats inscrits dans les colonnes 3 et 4 est la moyenne de trois déterminations très-concordantes. Pour chaque série, l'écart moyen relatif des quantités de chaleur est inférieur à $\frac{1}{200}$. Les poids des gaz sont moins précis; leur approximation n'est que de $\frac{1}{50}$ environ.

» 7. M. Berthelot adopte *le produit du volume des gaz d'une poudre (réduit à zéro et à* $0^m,760$*) par la quantité de chaleur dégagée* comme mesure relative de la pression exercée par un poids donné de cette poudre dans une capacité invariable. Si les poids spécifiques des gaz des diverses poudres étaient peu différents, on pourrait substituer leurs poids à leurs volumes, et mesurer la force relative des poudres à l'aide d'un élément beaucoup plus facile à déterminer par expérience; nous espérons élucider ce point par la mesure directe des volumes.

» Quoi qu'il en soit, il est remarquable que le produit des chiffres correspondants des colonnes 3 et 4 soit presque le même pour les cinq poudres. On pourrait en induire que leur force explosive est à peu près la même, et ce résultat est confirmé par des expériences qui nous ont permis de constater que les charges de rupture de nos bombes sont, dans tous les cas, comprises entre 15 et 17 grammes.

» Au contraire, le travail maximum que la poudre puisse développer par sa détente, mesuré par la quantité de chaleur dégagée, varie beaucoup suivant l'espèce de la poudre.

» 8. Nous remarquerons, en terminant, que les déterminations qui précèdent ont été toutes faites dans des conditions telles, que les produits de la combustion de 8 grammes de poudre occupent un volume de 275 cen-

timètres cubes, et présentent, par conséquent, une densité moyenne égale à 0,029. Il n'est pas impossible que l'on trouve des résultats sensiblement différents, en opérant dans d'autres conditions, puisque la température des fluides de la poudre peut varier avec leur densité, dans le cas où cette transformation, s'opérant à un état éloigné de l'état gazeux parfait, donnerait lieu à un travail sensible des forces intérieures. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Nouvelles expériences relatives à la théorie de la poussée des terres.* Note de M. **J. Curie**, présentée par M. Belgrand.

« Les nouvelles expériences qui font l'objet de la présente Note ont été exécutées, comme nous l'avons dit dans une précédente Communication (séance du 30 juin), avec le concours de l'*Association scientifique*. Elles ont pour but de permettre de vérifier quelle est celle des théories en présence qui mérite le plus de confiance.

» Selon nous, le mode de décomposition du poids du prisme de rupture que suppose l'ancienne théorie est celui qui correspond en réalité à la poussée exercée par un prisme solide. C'est ce que montre la petite expérience faite avec quelques briques placées dans la position d'équilibre représentée par la *fig. b*, qui est la copie d'une photographie et sur la

Fig. *b*.

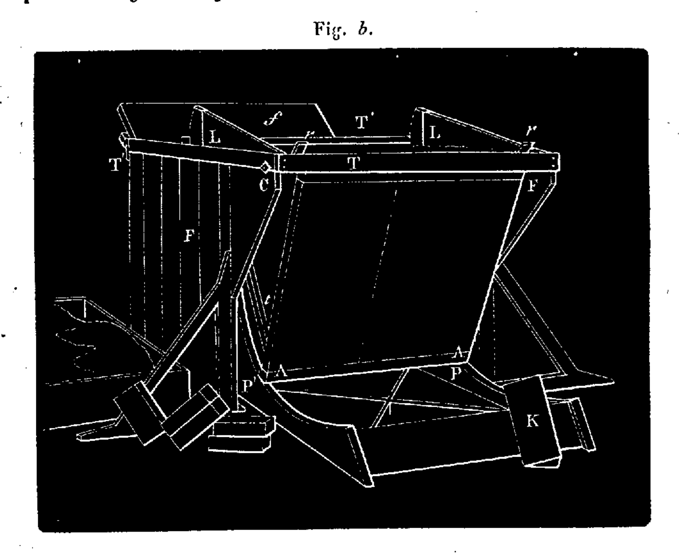
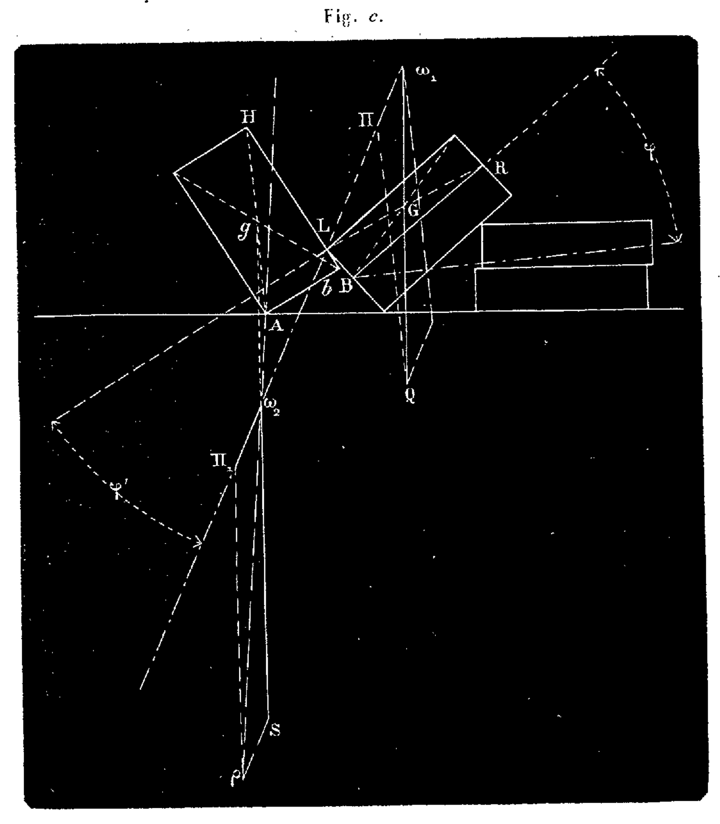


fig. c, où l'on voit que la brique qui joue le rôle du prisme de rupture repose en réalité sur deux points d'appui, ce qui implique qu'elle puisse se comporter comme un solide résistant à la flexion.

» D'après notre théorie, dans le cas des remblais dépourvus de cohésion, on doit d'abord décomposer le poids Q du prisme de rupture, appliqué à son centre de gravité, en deux forces, dont l'une, faisant l'angle φ avec la normale au plan de rupture, est détruite, tandis que l'autre $P = Q\,\frac{\cos(\varphi + V)}{\cos\varphi}$, parallèle à ce plan, est la *poussée primitive*. Si elle fait avec

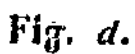
Fig. *c*.

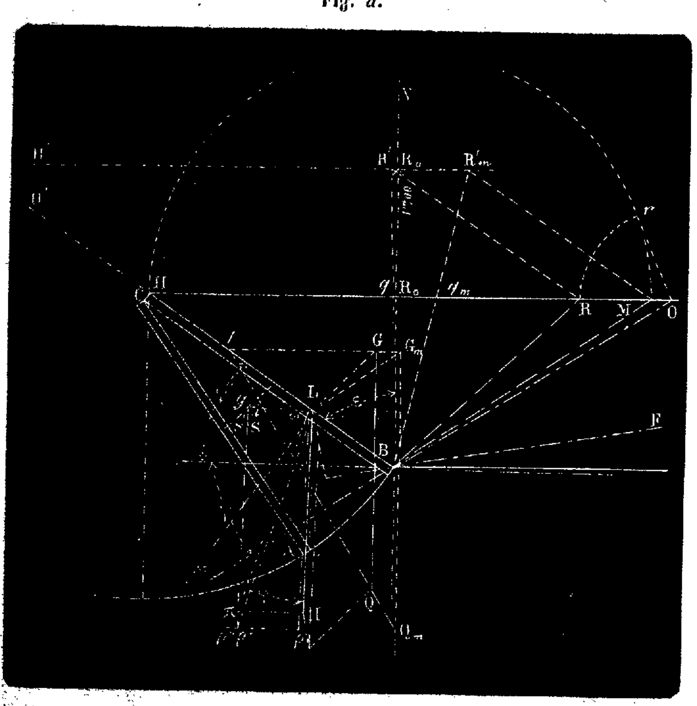


la normale à la paroi du mur un angle moindre que φ', c'est cette force P qui est la poussée. Si elle fait avec la normale un angle plus grand, elle se décompose à son tour en deux forces, l'une parallèle à la paroi du mur, qui sera transmise, par les terres appliquées contre la paroi, jusqu'au terrain solide et sera sans effet sur le mur, l'autre faisant l'angle φ' avec la normale à la paroi du mur, qui sera alors la *poussée effective* $\Pi = P\,\frac{\sin(\varepsilon + V)}{\cos\varphi'}$.

» Lorsque l'on a à craindre le renversement par rotation, on doit chercher la valeur de V pour laquelle le moment de P ou de Π par rapport à l'arête A est un maximum. Dans le premier cas, on doit examiner si l'équilibre peut exister entre la poussée la plus dangereuse P, la poussée Π la plus favorable à la stabilité et le poids de revêtement. Dans le deuxième cas, il n'y a à considérer que l'équilibre entre la poussée la plus dangereuse Π et le poids du revêtement. Lorsque toutes les poussées possibles P ont un même point d'ap-

plication L, on trouve celle dont le moment est maximum en joignant par une ligne droite l'arête antérieure A de la base du revêtement au point L et en menant parallèlement à cette ligne une tangente à la courbe qui a pour rayons vecteurs les poussées appliquées en L. Le point de tangence est l'extrémité de la poussée cherchée. En combinant ensuite cette poussée dangereuse P avec la poussée Π la plus favorable à la stabilité et avec le poids du revêtement, on obtient une résultante qui doit passer par le point A si le système est exactement en équilibre (*fig. c*).

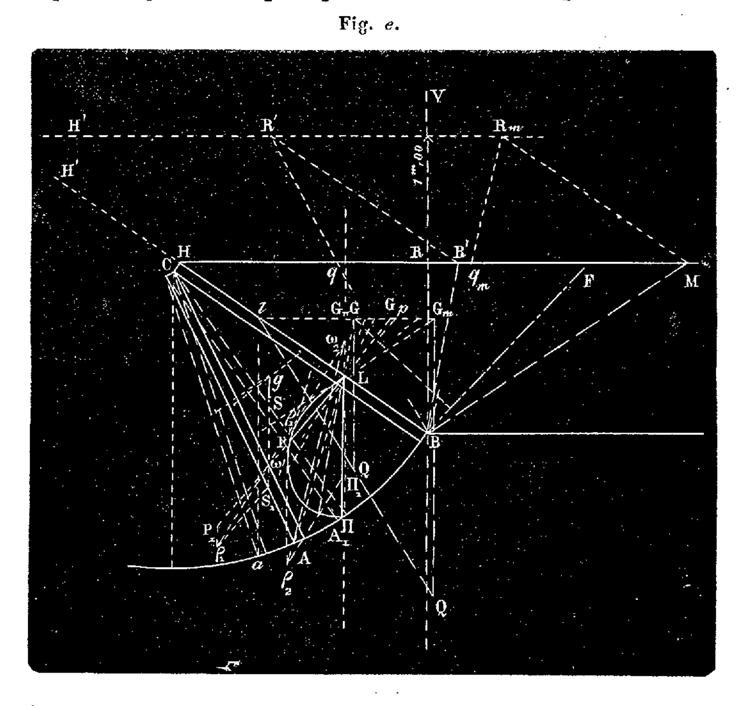

Fig. *d*.



» L'appareil au moyen duquel nous avons fait nos expériences, et qui est représenté par la *fig. b*, faite d'après une photographie, se compose de deux plateaux carrés, de 1 mètre de côté, réunis suivant une de leurs arêtes supérieures par des charnières, recouverts sur leurs faces externes de sable collé au silicate de potasse et dont on fait varier l'écartement au moyen d'une tige articulée que l'on allonge ou raccourcit à volonté au moyen d'un verrin, les axes des articulations de cette tige passant par les centres de gravité des plateaux. Les plateaux sont posés sur des profils de base P en arc de cercle, dont le centre est sur l'axe des charnières de tête. Des tringles *t*, coupées à la longueur voulue pour chaque expérience, maintiennent à la base la rigidité du système, et des platines, à surface de râpe,

vissées aux points des plateaux qui s'appuient sur la base, rendent impossible, par leur frottement, tout glissement sur cette base. Des ailes L, fixées à la caisse F qui renferme le sable, au moyen d'un boulon correspondant à l'axe des charnières, et autour duquel elles peuvent tourner, portent des rebords que l'on amène en prolongement du plateau intérieur, dont ils sont séparés par un joint de quelques millimètres. Quand ils sont à l'incli-

Fig. *e*.



naison voulue, on maintient les ailes en les clouant contre la caisse avec de fortes pointes. On recouvre les joints au moyen des règles *r* qui portent en plein sur les rebords et ne font que toucher les arêtes latérales du plateau. Pendant qu'on effectue le remblai, la tête des plateaux est soutenue au moyen d'un coin K qu'on engage entre le plateau extérieur et la traverse T de la caisse. Après l'enlèvement de ce coin, si le revêtement n'est pas en équilibre, il commence à se renverser d'autant plus lentement que le système sera plus voisin de la position d'équilibre. Si le système présente une légère stabilité, on le constate en déterminant le renversement au moyen d'un petit effort de traction appliqué à la partie supérieure du revêtement. On peut ainsi déterminer par tâtonnements deux cordes de base, très-peu différentes l'une de l'autre, et telles que pour l'une il y ait une faible stabilité, tandis que pour l'autre il n'y aurait pas équilibre.

» Voici les résultats de nos expériences :

(Données générales : $\varphi = \varphi' = 33°30'$, $p = 1555^{kg}$; poids de revêtement : 53^{kg}.)

Nos de la série.	VALEUR de ε.	ÉTAT du sable.	CORDE DE BASE à vide.	CORDE DE BASE d'après la théorie ancienne.	CORDE DE BASE d'après la théorie nouvelle.	CORDE DE BASE d'après l'expérience.	OBSERVATIONS.
1	55°.00'	Très-sec.	m 0,692	m 0,423 (2)	m 0,565 (3)	m 0,556	Renversement par un effort des deux mains.
						0,545	Renversement spontané, immédiat.
1	55.00	Humide, légère cohésion (1).	»	»	0,553	0,548	Renversement par un effort de deux doigts.
2	27.30	Très-sec.	»	0,395	0,462	0,462	Renversement par un effort de deux doigts de chaque main.
						0,450 (4)	Renversement spontané, très-lent.
»	4.00	Idem.	»	0,350	0,350	»	Exp. non faite, accord des 2 théories sur la longueur de la corde de base.
»	0.00	Idem.	»	0,335	0,324	»	Expérience non faite.

(1) $\psi = 42°30'$, $k = 0,188$, $p = 1383$ kil. — (2) Voir *fig. d*. — (3) *Fig. b* et *e*. — (4) Par suite de l'humidité atmosphérique (28 février 1873), le sable avait repris un talus $\psi = 35°$, ce qui donnerait $0^m,455$ pour la corde de base, d'après notre théorie; pour le sable tout à fait sec, l'expérience aurait, par suite sans doute, donné $0^m,457$, d'après les résultats de la première série.

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Note sur le turbinage des vins gelés; par* M. MELSENS.

« Les expériences dont j'ai entretenu l'Académie, au sujet des vins congelés, avaient surtout pour objet de mettre hors de doute l'absence totale d'alcool dans la glace produite au milieu du liquide vineux. J'avais dû chercher, en conséquence, un procédé mécanique propre à produire l'exacte séparation des glaçons solides et du vin concentré. La turbine en usage dans les sucreries pour séparer les cristaux de sucre des sirops qui les baignent était naturellement indiquée pour cet objet, et je n'ai eu qu'à me louer de son emploi, pour la solution du petit problème de physique que je m'étais posé.

» Quant à l'application à faire de ce procédé pour l'amélioration pratique des vins, qui s'était offerte bientôt à ma pensée, j'apprends que MM. Mignon et Rouart, habiles constructeurs d'appareils frigorifiques, ont déjà indiqué l'emploi de la presse hydraulique et de la turbine à force centrifuge pour le traitement des vins congelés, dans un brevet du 26 juin 1872, dont je n'avais pas connaissance. »

M. TRÉMAUX adresse une Note tendant à montrer que « les limites de combinaisons et de décompositions électriques constatées par MM. *P. et Arn. Thenard* sont des cas particuliers de la loi générale qu'il a considérée comme base du Principe universel ».

A 5 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Commission chargée de préparer une liste de candidats à la place d'Académicien libre, laissée vacante par le décès de M. *de Verneuil*, présente la liste suivante :

En première ligne . . .	M. DE LESSEPS.
En deuxième ligne, par ordre alphabétique . .	M. BRÉGUET. M. DU MONCEL. M. JACQMIN. M. SÉDILLOT.

Les titres de ces candidats sont discutés.
L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 7 heures un quart. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 7 juillet 1873, les ouvrages dont les titres suivent :

La charpie de l'ambulance de l'Administration des Postes. Pansement immédiat par le soldat des blessures sur le champ de bataille; par le Dr E. LANTIER. Paris, P. Asselin, 1873; br. in-8°.

Conservation des membres blessés par armes à feu perfectionnées; par le Dr E. LANTIER. Paris, P. Asselin, 1872; br. in-8°.

(Ces ouvrages sont adressés par l'auteur au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1874.)

Notice sur l'appareil d'induction électrique de Ruhmkorff; par le Comte Th. DU MONCEL; 5e édition. Paris, Gauthier-Villars, 1867; 1 vol. in-8°.

Traité théorique et pratique de télégraphie électrique; par le Comte Th. DU MONCEL. Paris, Gauthier-Villars, 1864; in-8°.

Exposé des applications de l'électricité; par le Comte Th. DU MONCEL; t. I, II, IV, V, 1er fascicule. Paris, Hachette et Mallet-Bachelier, 1856-1862; 4 vol. in-8°, avec planches.

Recherches sur la non-homogénéité de l'étincelle d'induction; par le Vicomte Th. Du Moncel. Paris, Leiber et Faraguet, 1860; 1 vol. in-8°.

Étude des lois des courants électriques au point de vue des applications électriques; par le Vicomte Th. Du Moncel. Paris, Hachette et Mallet-Bachelier, 1860; in-8°.

Notice sur le câble transatlantique; par le Comte Th. Du Moncel. Paris, Gauthier-Villars, 1869; in-8°.

Recherches sur les meilleures conditions de construction des électro-aimants; par le Vicomte Th. Du Moncel. Paris, Gauthier-Villars; Caen, Le Blanc-Hardel, 1871; in-8°.

Étude du magnétisme et de l'électromagnétisme au point de vue de la construction des électro-aimants; par le Vicomte Th. Du Moncel. Paris, Hachette et Mallet-Bachelier, 1858; in-8°.

Exposé des applications de l'électricité; par le Comte Th. Du Moncel. *Technologie électrique.* Paris, Gauthier-Villars, 1873; 2 vol. in-8°.

Rapport de M. le Comte Th. Du Moncel *sur les effets produits dans les piles à bichromate de potasse en général et avec les sels excitateurs de MM. Voisin et Dronier en particulier.* Paris, Gauthier-Villars, 1872; br. in-8°.

Sur le terrain qui recouvre les plateaux d'Othe aux confins du département de l'Aube et de l'Yonne; par M. Meugy. Mayenne, imp. Derenne, sans date; br. in-8°.

Mémoires de la Société académique d'Agriculture, des Sciences, Arts et Belles-Lettres du département de l'Aube; t. VIII, 3e série, année 1871. Troyes, Dufour-Bouquot, 1872; in-8°.

(*La suite du* Bulletin *au prochain numéro.*)

ERRATA.

(Séance du 16 juin 1873.)

Tome LXXVI, p. 1497, ligne 13, *au lieu de* MM. Lauth et Baubigny demandent l'ouverture d'un pli cacheté, déposé par eux dans la séance précédente, *lisez* MM. Lauth et Baubigny demandent l'ouverture d'un pli cacheté, déposé par eux dans la séance du 10 juin 1872.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 21 JUILLET 1873.

PRÉSIDENCE DE M. DE QUATREFAGES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** transmet l'ampliation du décret par lequel le Président de la République approuve l'élection de sir *Ch. Wheatstone*, à la place d'Associé étranger laissée vacante par le décès du baron *Liebig*.

M. le **Ministre des Travaux publics** adresse, au sujet de la Carte géologique détaillée de la France, la Lettre suivante :

« Versailles, le 21 juillet 1873.

» Monsieur le Président, le Gouvernement a décidé, en 1868, l'exécution et la publication d'une Carte géologique détaillée de la France, qui n'est en réalité que le développement de la Carte générale due aux remarquables travaux de MM. Brochant de Villiers, Dufrénoy et Élie de Beaumont.

» MM. Brochant de Villiers et Dufrénoy ayant été enlevés depuis longtemps au Corps qu'ils honoraient et à la Science, M. Élie de Beaumont, bien que resté seul, a consenti à se charger de la direction de la tâche énorme qu'il s'agissait d'entreprendre, et déjà, sous cette habile direction,

plusieurs feuilles de la Carte avaient pu figurer, au moins comme spécimen, aux Expositions universelles de 1855 et de 1867.

» Aujourd'hui, un certain nombre de feuilles sont terminées et figurent à l'Exposition universelle de Vienne.

» Ce sont : 1° douze feuilles, coloriées géologiquement, de la Carte de l'État-Major, savoir : Rouen, Beauvais, Soissons, Evreux, Paris, Meaux, Chartres, Melun, Provins, Chateaudun, Fontainebleau et Sens, accompagnées chacune d'une notice explicative ;

» 2° Deux planches de coupes longitudinales et trois planches de sections verticales ;

» 3° Enfin trois planches de perspectives de carrières photographiées et deux planches de fossiles également photographiées, qui complètent les documents accessoires que comporte aujourd'hui toute publication géologique de cet ordre.

» Ces documents sont, de plus, accompagnés d'une feuille de titre, d'une feuille d'avertissement qui porte le tableau d'assemblage et de feuilles de légendes.

» Il m'a paru, Monsieur le Président, que l'Académie des Sciences, qui porte toujours un intérêt si vif et si éclairé au développement et au progrès de toutes les Sciences, devait être le premier corps auquel l'importante publication dont il s'agit dût être adressée.

» J'ai l'honneur, en conséquence, de vous envoyer ci-joint un exemplaire de chacune des feuilles de la Carte géologique détaillée qui ont déjà paru, et je vous prie de vouloir bien les placer sous les yeux de l'Académie. »

« M. **Élie de Beaumont**, après avoir donné lecture de la Lettre de M. le Ministre des Travaux publics, fait observer que le travail mis aujourd'hui sous les yeux de l'Académie n'est pas exclusivement son ouvrage, mais qu'il est dû principalement aux efforts réunis des habiles collaborateurs qu'il a l'honorable mission de diriger. M. de Chancourtois, ingénieur en chef des Mines, dont M. Élie de Beaumont a obtenu depuis vingt ans le précieux concours, pour l'enseignement de la Géologie à l'École des Mines et pour la publication de la Carte géologique de la Haute-Marne (1), est le sous-directeur du service, auquel prennent part MM. les ingénieurs Edmond Fuchs, A. Potier, A. de Lapparent, H. Douvillé et F. Clérault, ainsi que M. A. Guyerdet, préparateur aux Collections géologiques de l'École des

(1) Voir *Comptes rendus*, t. LI, p. 413 (séance du 10 septembre 1860).

Mines, et M. J. Jedlinski, garde-mines principal, chef de l'atelier de dessin et de coloriage. Pour ce petit nombre de collaborateurs, chargés, en outre, la plupart, de fonctions laborieuses dans l'enseignement ou dans l'arrangement de vastes et importantes collections, c'est réellement une « tâche énorme » (l'expression est vraie en même temps que bienveillante) que celle de relever et de figurer, suivant leurs rapports exacts avec la topographie, non-seulement les contours des terrains, mais aussi les exploitations des matières utiles et les usines où elles sont élaborées.

» Il est juste de reconnaître, ajoute M. Élie de Beaumont, que nous avons trouvé de précieux secours dans les Cartes géologiques départementales et dans d'autres cartes spéciales, ainsi que dans un grand nombre de Mémoires particuliers et de descriptions locales. Nous avons cité soigneusement les premières en marge des feuilles de la Carte, et les autres dans les Notices qui les accompagnent, et nous sommes fondés à espérer que la réunion de ces citations formera un jour un répertoire complet des auteurs qui ont concouru à faire connaître le sol de la France.

» Il n'a pas toujours été facile de faire tenir, sans confusion, sur les feuilles de la Carte la multitude de données diverses que nous avons essayé d'y rassembler. Nous y aurions probablement beaucoup plus imparfaitement réussi si nous n'avions trouvé dans les ateliers de l'Imprimerie nationale une intelligence, un bon vouloir et des moyens d'exécution auxquels nous n'avons jamais recouru en vain, et auxquels nous ne saurions rendre une trop éclatante justice. »

ASTRONOMIE. — *Note concernant le changement de vitesse de régime dans les régulateurs isochrones;* par M. **Yvon Villarceau.**

« La question du changement de la vitesse de régime se présente sous deux aspects distincts : 1° Le changement proposé doit être *permanent;* c'est le cas où, un régulateur ayant fonctionné sous une certaine vitesse de régime, on se propose de l'utiliser avec une nouvelle transmission de mouvement, à laquelle répond une vitesse différente de la vitesse primitive. Nous avons fait voir, dans notre Mémoire du 10 juin 1872, comment il est possible, moyennant une disposition particulière, de changer la vitesse de régime : un simple changement dans la surcharge du manchon, combiné avec un déplacement angulaire des masses principales par rapport aux tiges articulées, fournit la solution du problème. 2° Le changement proposé est *temporaire*, comme cela est exigé dans les applications du régula-

teur isochrone, au mouvement des équatoriaux. Après avoir observé les étoiles, si l'on veut passer à l'observation d'une planète, d'une comète, du Soleil ou de la Lune, il faut pouvoir le faire au moyen d'une modification facile à réaliser dans un temps assez court; dès lors on comprend que la solution relative au changement *permanent* de la vitesse n'est pas applicable au cas qui nous occupe; il est donc nécessaire de rechercher de nouvelles solutions : tel est l'objet principal de la présente Communication.

» *Du changement temporaire de la vitesse de régime.* — Les appareils construits sur les indications de L. Foucault offrent une solution du problème; cette solution consiste à déplacer une masse mobile le long d'un levier faisant partie d'un système articulé assez complexe; mais elle n'est pas rigoureuse, attendu que le déplacement dont il s'agit ne s'effectue pas sans altérer sensiblement l'isochronisme, et d'autant plus fortement que les vitesses s'écartent davantage de la vitesse normale de l'appareil. Nous avons, de notre côté, proposé une solution analogue: elle consiste à faire varier la charge du manchon; pour atténuer les effets de l'altération de l'isochronisme qui en résulte, nous avons en même temps proposé de faire varier la charge motrice, de manière à amener les ailettes dans des positions déterminées et correspondant aux vitesses données. En supposant le mécanisme de l'équatorial et son rouage d'horlogerie assez bien construits pour donner lieu à des résistances sensiblement constantes, pendant la durée des observations, le mouvement de l'équatorial s'effectuera avec toute la régularité désirable et avec la vitesse requise. Cette solution n'est pas exempte de difficultés; car, indépendamment de la condition relative à la constance, au moins approximative, des résistances, on ne parviendrait aisément à réaliser qu'un petit nombre de vitesses distinctes, telles que celles qui conviennent aux étoiles et aux *moyens* mouvements du Soleil ou de la Lune, la variation de la charge du manchon ne se prêtant pas à la continuité qu'il serait nécessaire d'obtenir pour suivre un mouvement très-varié, celui de la Lune, par exemple.

» Une nouvelle solution nous est offerte; elle repose sur la propriété remarquable du régulateur isochrone, que nous allons bientôt faire connaître. On nous permettra sans doute d'indiquer la circonstance qui nous a mis sur la voie de sa découverte.

» Les équatoriaux actuellement en construction et destinés à l'observation du passage de Vénus sont disposés de manière à permettre une certaine variation de hauteur de l'axe horaire; par cette disposition, on a prévu

le cas où l'observateur trouverait convenable de s'établir en une station pouvant différer en latitude, de quelques degrés, avec la station projetée. Or, si l'axe central du régulateur est vertical dans cette dernière station, il cessera de l'être dans les stations de latitudes différentes : telle est la difficulté qui s'est produite dans la Commission du passage de Vénus et que nous avons résolue séance tenante. Imaginons que les tourillons de l'axe central du régulateur soient portés par un châssis mobile circulairement autour de l'axe de la roue qui commande le régulateur, et cet axe dirigé dans le sens perpendiculaire au méridien, il deviendra possible, en faisant tourner le châssis, de rétablir au besoin la verticalité de l'axe du régulateur, sans que l'engrenage de ladite roue avec le pignon que porte cet axe éprouve la moindre perturbation. Nous n'avons pas à insister sur des détails de construction faciles à imaginer, et que M. Eichens se dispose à exécuter; il nous suffit de constater que, s'il est facile de ramener à la verticalité l'axe d'un régulateur, il est tout aussi facile de lui donner une inclinaison quelconque par rapport à la verticale.

» Demandons actuellement à la théorie quel sera le mode de fonctionnement d'un régulateur isochrone dont l'axe serait incliné. La théorie du mouvement de l'appareil découle de l'application du principe des forces vives, établie pour le cas de mouvements relatifs à des axes mobiles, entraînés dans le mouvement du régulateur et dont l'un coïncide avec l'axe central. Les seules forces qui donnent lieu à un travail effectif, lorsqu'on néglige les frottements, sont les poids des masses. Or si, au lieu de considérer un seul des n systèmes articulés et angulairement équidistants autour de l'axe central (ce qui suffit dans le cas d'un axe vertical), on considère l'ensemble de ces n systèmes, on reconnaîtra que le centre de gravité de cet ensemble est situé sur l'axe central et que, entre deux positions données des tiges ou des ailettes, le travail de la pesanteur estimé relativement aux axes mobiles est égal au produit de la composante de la pesanteur parallèlement à l'axe incliné, par le déplacement du centre de gravité suivant ce même axe.

» Il faut d'ailleurs remarquer que la constante g, qui sert de mesure à l'intensité de la pesanteur, est uniquement introduite, dans l'équation des forces vives, par les termes qui expriment le travail de la pesanteur. Il résulte de là que la théorie établie pour le cas d'un axe central supposé vertical, conviendra encore au cas d'un axe faisant avec la verticale un angle I, si l'on remplace dans la première g par $g \cos I$. Enfin les conditions de

l'isochronisme dépendent de fonctions où g entre sous la seule forme $\frac{\Omega^2}{g} = \text{const.}$, Ω désignant la vitesse angulaire de régime. Si donc un régulateur satisfait aux conditions de l'isochronisme quand son axe est vertical, il y satisfera encore lorsque l'on donnera à cet axe une inclinaison quelconque; en outre, les vitesses Ω et Ω', qui répondent, la première à la situation verticale de l'axe et la seconde à une inclinaison I, auront entre elles la relation $\frac{\Omega^2}{g} = \frac{\Omega'^2}{g \cos I}$; d'où

$$\Omega'^2 = \Omega^2 \cos I,$$

ou bien

$$\sin^2 \frac{1}{2} I = \frac{1}{2}\left(1 + \frac{\Omega'}{\Omega}\right)\left(1 - \frac{\Omega'}{\Omega}\right).$$

» Considérons le cas où, l'appareil étant réglé pour suivre le mouvement des étoiles lorsque son axe est vertical, on voudrait le faire servir à l'observation d'un astre dont le mouvement en ascension droite serait μ par unité de temps. La vitesse Ω' devant être égale à celle du plan horaire qui contient l'astre, on aurait

$$\frac{\Omega'}{\Omega} = 1 - \mu,$$

et, par suite,

$$\sin^2 \frac{1}{2} I = \mu \left(1 - \frac{1}{2}\mu\right).$$

» Dans ces conditions, l'appareil ne pourrait servir qu'à l'observation des astres ayant un mouvement *direct* en ascension droite, ce qui est toujours le cas du Soleil et de la Lune (*).

» La formule précédente montre que, dans les observations du Soleil, l'inclinaison I serait comprise entre 5°43′ et 6°23′; dans le cas de la Lune, I varierait de 19°31′ à 25°52′ environ.

» On ne manquera pas de remarquer que l'observateur sera dispensé de tout calcul pour régler la position de l'axe du régulateur, si l'arc de cercle qui doit servir à la fixer est gradué de manière à donner directement les mouvements horaires au lieu des inclinaisons correspondantes.

» Il reste à considérer les effets du frottement : l'inclinaison de l'axe doit

(*) Pour les autres cas, il serait nécessaire que la vitesse, dans la situation verticale de l'axe, fût réglée sur l'astre dont le mouvement rétrograde serait le plus grand possible.

réduire en moyenne les frottements dans les articulations; mais le frottement du manchon, qui peut se réduire sensiblement à zéro lorsque l'axe est vertical, acquiert une intensité croissante avec l'inclinaison. Toutefois, le frottement dont il s'agit peut être considérablement atténué par l'interposition de galets entre l'axe et le manchon, comme dans les appareils de L. Foucault; enfin on doit ne pas négliger la flexion possible de l'axe incliné.

» Malgré ces inconvénients, et eu égard à ce que l'isochronisme est théoriquement conservé dans la présente solution, il ne nous paraît pas douteux que cette solution ne doive être préférée à celles que nous avons examinées plus haut. Nous comptons en faire l'essai, et nous aurons l'honneur d'en présenter les résultats à l'Académie, dès que l'expérience aura prononcé. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Troisième Note sur le Guano;* par M. CHEVREUL.

« Dans les deux Notes que j'ai communiquées à l'Académie, je me suis abstenu de toute conclusion qui aurait dépassé mes expériences.

» Dans la première Note, j'ai dit comment j'avais reconnu la présence de l'*acide avique* dans un échantillon de guano, présenté à la Société d'Agriculture par MM. Dreyfus frères, séance tenante, et comment la recherche de cet acide m'avait conduit à reconnaître, dans le même échantillon, une matière cristallisable azotée, mais distincte de l'acide urique et de l'urée, douée d'une tendance acide plutôt que neutre, et jouissant d'ailleurs de la propriété d'être précipitée par l'eau de baryte, substance inodore et incolore à l'état de pureté, mais ayant une forte odeur avique quand elle se sépare des trois ou quatre premiers lavages aqueux du guano évaporés spontanément, et étant alors colorée par une matière existant surtout dans le résidu du guano insoluble dans l'eau.

» Je reviendrai sur cette matière cristallisable, qui peut-être n'est pas nouvelle; mais, dans l'état actuel de mon travail, lui donner un nom m'est impossible.

» Je reviendrai aussi sur la partie de l'échantillon du guano que l'eau ne dissout pas. Je me bornerai à dire que j'en ai extrait trois matières distinctes en la soumettant à l'action de l'alcool bouillant, et de plus deux principes colorants : l'un de couleur jaune et l'autre de couleur rouge non rabattu.

» Quant à la matière indissoute par l'alcool, l'eau bouillante lui enlève une quantité sensible de matière soluble. Le résidu que l'eau ne dissout

pas renferme une matière organique azotée et des phosphates de chaux et de magnésie. Je me borne à cette indication.

» L'objet de la Note que je communique aujourd'hui à l'Académie est de donner la cause du phénomène que j'ai fait connaître par ma Communication précédente, à savoir : un dégagement de gaz acide carbonique déterminé au moyen du contact de l'eau avec la partie pierreuse du guano.

» Le dégagement de ce gaz provient du carbonate d'ammoniaque contenu dans l'engrais. Mais quel est ce carbonate? Les chimistes en comptent trois principaux.

» Le *carbonate* d'ammoniaque proprement dit des chimistes. Il est représenté par 1 volume de gaz carbonique et 2 volumes de gaz ammoniac.

» Le *bicarbonate d'ammoniaque* qui n'existe pas à l'état anhydre, mais qui se produit à l'état hydraté, ainsi que je l'ai constaté en faisant passer 10 centimètres cubes d'eau dans une cloche où j'avais mélangé 100 centimètres cubes de gaz acide carbonique avec 100 centimètres cubes de gaz ammoniac; il s'était produit au moment du mélange un carbonate représenté par 50 centimètres cubes de gaz carbonique et 100 centimètres cubes de gaz ammoniac. Les 50 centimètres cubes de gaz carbonique libre furent complétement absorbés par l'eau et formèrent ainsi le *bicarbonate des chimistes*.

» Il existe un *carbonate intermédiaire*, qui est représenté par $1\frac{1}{2}$ de gaz acide et 2 de gaz ammoniac et par de l'eau ; on l'obtient de la distillation d'un mélange de 1 partie de craie et de 2 parties de sel ammoniac.

» Personne, à ma connaissance, n'a signalé aucun de ces carbonates comme donnant lieu à une effervescence en se dissolvant dans l'eau.

» L'expérience que je viens de rapporter de l'union, sous l'influence de l'eau, du carbonate d'ammoniaque anhydre avec un volume de gaz acide carbonique égal à celui qu'il contenait, prouve que le carbonate anhydre, loin de perdre du gaz acide, peut en absorber sous l'influence de l'eau.

» Ayant sous la main du carbonate d'ammoniaque intermédiaire, je l'essayai en le faisant passer d'abord dans un tube gradué plein de mercure, puis, y ajoutant de l'eau, l'effervescence se produisit avec plus de force que l'effervescence du guano en pierre.

» Cette expérience faite, je me rappelai confusément avoir lu que le carbonate d'ammoniaque intermédiaire perdait à la longue, non du gaz carbonique, mais de l'ammoniaque, et qu'alors il se réduisait à du bicarbonate. Je fis prendre immédiatement, chez quatre fabricants de produits chimiques, du carbonate d'ammoniaque obtenu par sublimation; soumis à des

expériences comparatives, aucun d'eux ne dégagea de gaz carbonique en quantité notable. Le carbonate du laboratoire examiné se trouva poreux, opaque, sans consistance, tandis que les échantillons pris dans le commerce étaient durs et cristallins. Le premier était renfermé depuis deux ans dans un bocal à large orifice, fermé avec une rondelle de liége; d'où j'ai conclu la nécessité de renfermer le carbonate d'ammoniaque sublimé dans des flacons fermés à l'émeri.

» Il est donc certain que le carbonate d'ammoniaque par sublimation récemment préparé se dissout dans l'eau, à l'instar du carbonate d'ammoniaque, sans dégager de gaz acide carbonique.

» Restait à essayer le bicarbonate d'ammoniaque cristallisé qu'on obtient, disent les meilleurs Traités de Chimie, en faisant passer du gaz acide carbonique dans de l'ammoniaque fluor. J'obtins en effet des cristaux que je pressai d'abord entre du papier Joseph, puis que je séchai parfaitement à l'air.

» 2 grammes de ce sel furent foulés dans un tube gradué de manière à adhérer au verre; le tube, plein de mercure, fut renversé dans une cuve de ce métal; on introduisit 5 centimètres cubes d'eau; aussitôt, effervescence vive, et, après une heure et demie, $20^{cc},5$ s'étaient dégagés. Le volume restant stationnaire après plusieurs heures, on introduisit 5 centimètres cubes d'eau, et aussitôt l'effervescence reprit.

» Ce résultat est remarquable, car il peut être cité à l'appui de ce que j'ai dit il y a longtemps, que, dès qu'un liquide renferme un corps en dissolution, c'est un nouveau dissolvant : ainsi l'eau dégage du carbonate cristallisé mis en expérience du gaz carbonique; mais, saturée, elle n'a plus d'action.

» Après quarante-huit heures, il restait du sel indissous; on ajouta 5 centimètres cubes d'eau et enfin $2^{cc},5$; alors le résidu disparut, et toujours avec effervescence.

» En définitive, les 2 grammes de carbonate d'ammoniaque dissous par $17^{cc},5$ d'eau ont donné 41 centimètres cubes de gaz, la température étant de $23°,5$ et le baromètre à $0^{m},758$.

» Le gaz produit était du gaz carbonique pur; il fut absorbé en totalité par l'eau de baryte, en produisant un précipité blanc de sous-carbonate.

» Le doute n'est donc plus permis : 1° il existe dans le guano un carbonate d'ammoniaque qui fait effervescence avec l'eau en perdant du gaz acide carbonique; 2° le carbonate d'ammoniaque cristallisé, obtenu en saturant

de l'ammoniaque fluor par l'acide carbonique, se comporte avec l'eau comme celui du guano.

» Je crois avoir répondu d'une manière précise à la question que m'adressa mon excellent ami M. Regnault, après la lecture de ma deuxième Note.

» Tirons de mes expériences des conséquences rigoureuses.

» 1° Comme l'a dit Gay-Lussac en 1808 dans son admirable Mémoire *Sur la combinaison des substances gazeuses les unes avec les autres*, 100 volumes de gaz acide carbonique se combinent à 200 volumes de gaz ammoniac pour produire un sous-carbonate, et, en calculant l'analyse du sel obtenu par Berthollet de la saturation par le gaz acide carbonique du sous-carbonate d'ammoniaque dissous dans l'eau, il conclut que ce sel est représenté par 100 volumes de gaz acide carbonique et 100 volumes de gaz ammoniac; c'est là le *carbonate neutre*, le composé que les chimistes contemporains appellent improprement à mon sens *bicarbonate*, par la double raison que le sous-carbonate est décidément *alcalin* et que le carbonate saturé d'acide est neutre.

» 2° La conclusion de Gay-Lussac relativement à la nécessité de la présence de l'eau pour constituer le carbonate neutre est justifiée par deux expériences que j'ai faites.

» 100 de gaz acide carbonique mêlés à 100 de gaz ammoniac ont donné un sel sous forme de neige, représenté par 50 de gaz acide et 100 d'ammoniaque. 10 centimètres cubes d'eau introduits dans la cloche ont déterminé une absorption complète des 50 centimètres cubes d'acide restant.

» 3° Le carbonate d'ammoniaque sous forme opaque et friable provenant d'un sel obtenu par sublimation, conservé deux ans dans un bocal fermé avec du liége, a produit avec l'eau une vive effervescence, comme les cristaux obtenus de l'ammoniaque fluor saturée de gaz acide carbonique, ainsi que le prescrit Regnault.

» 4° Le carbonate obtenu par ce dernier procédé fait effervescence avec l'eau.

» 5° Quatre échantillons de carbonate d'ammoniaque, préparés par sublimation, achetés chez quatre fabricants de produits chimiques de Paris, ont été dissous par l'eau sans effervence.

» *Conséquence*. — Dans l'état actuel des choses, admettant le fait de l'effervescence du *guano en pierre* dans l'eau, l'effervescence du sel restant après l'altération spontanée du carbonate d'ammoniaque sublimé, enfin le fait de l'effervescence du carbonate obtenu par la saturation de l'ammoniaque

fluor par l'acide carbonique, on ne s'explique plus comment ce phénomène a échappé aux chimistes, comment ils ont parlé de la solution du *bicarbonate d'ammoniaque dans l'eau*, et du gaz acide carbonique qu'elle perd quand on la chauffe à l'instar du carbonate de potasse neutre (bicarbonate).

» Évidemment des expériences nouvelles sont nécessaires pour savoir si le *carbonate d'ammoniaque effervescent* avec l'eau ne contient pas plus d'acide carbonique que le sel représenté par des volumes égaux de ses deux gaz constituants; s'il n'en était pas ainsi, il faudrait rechercher l'explication de la décomposition par l'eau à froid des trois carbonates dont j'ai parlé. Ces recherches sont assez importantes pour que j'aie cru devoir m'y livrer, malgré mes travaux sur le suint et sur les acides provenant de la fermentation des tissus azotés d'origine animale, abandonnés à eux-mêmes dans l'eau exposée au contact de l'air. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches et considérations nouvelles, propres à confirmer la localisation, dans le cervelet, du pouvoir coordinateur des mouvements nécessaires à la marche, à la station et à l'équilibration;* par M. **Bouillaud**.

« I. A l'occasion de ma précédente Communication à l'Académie (séance du 7 juillet), notre illustre confrère, M. Chevreul, a présenté deux *remarques*, dont l'une porte sur la doctrine de M. Flourens concernant les fonctions du cervelet. C'est cette dernière, seule, qui sera l'objet de ma nouvelle Communication, et cette Communication sera très-courte.

» M. Chevreul commence par rappeler la critique à laquelle il soumit, « il y a aujourd'hui quarante-deux ans et cinq mois », les deux Mémoires de M. Flourens, intitulés : *Expériences sur les canaux semi-circulaires de l'oreille dans les oiseaux et les mammifères*. Si, dit-il, c'est l'*absence* et non la *présence* de ces canaux qui est la cause des phénomènes si *singuliers*, décrits par M. Flourens, c'est hors d'eux qu'il faut chercher cette cause, et dès lors il faut les considérer, non plus comme les organes qui produisent les phénomènes en question, mais comme des organes qui les empêchent au contraire de se manifester. De là M. Chevreul conclut que M. Flourens doit revenir *sur sa méthode :* celle de conclure le siége d'une faculté dans une partie déterminée du corps, parce que l'ablation de cette partie fait disparaître un ensemble de phénomènes également déterminés. Cette méthode, dit excellemment M. Chevreul, n'est satisfaisante qu'autant qu'il est

démontré que l'ablation de toute autre partie n'entraîne pas la destruction de cette même faculté (1).

» Si nous appliquons, poursuit M. Chevreul, ce *contrôle* à la conclusion de M. Flourens, au sujet *du rôle qu'il assigne au cervelet d'être le siége de la faculté de coordonner les mouvements de locomotion*, nous verrons que la *contre-épreuve* de cette conclusion n'a point été faite, et ce qui en prouve la nécessité, ce sont les phénomènes amenés par l'ablation des canaux semicirculaires, phénomènes qui ont tant de ressemblance avec ceux qui résultent de l'enlèvement du cervelet que, si l'*auteur eût commencé ses expériences par faire l'ablation des canaux*, *il aurait eu autant de raisons de placer dans ces organes le siége de la faculté de coordonner les mouvements de locomotion*, *qu'il en a eu de les placer dans le cervelet.*

» M. Chevreul conclut en disant : « qu'il pense avoir montré, dès 1831, » l'impossibilité d'admettre l'opinion de Flourens relative au cervelet ».

» II. En présence d'une conclusion si grave, de la part de l'un des membres les plus éminents de cette Académie, vous penserez qu'il importe d'examiner *à fond* ce qu'il y a de vrai dans les expériences de M. Flourens sur les fonctions du cervelet.

» Cuvier, comme nous l'avons rappelé précédemment, avait été vivement frappé des phénomènes produits par les expériences de M. Flourens sur le cervelet, et il n'hésita point à considérer ces phénomènes comme la partie la plus neuve et la plus curieuse des recherches de cet expérimentateur. Le jugement de Cuvier fut aussi celui de tous les hommes vraiment compétents. Mais, avant d'adopter la doctrine de M. Flourens, Cuvier avait cru qu'il était sage d'en appeler à de nouvelles expériences, pratiquées avec une exactitude irréprochable. L'appel de ce grand naturaliste ne pouvait ne pas être entendu.

» Pour notre part, nous avons répété, en 1829 d'abord et plusieurs fois encore à des époques postérieures, les expériences de M. Flourens, et nous avons de plus recueilli un grand nombre d'observations de maladies du cervelet, qui ne sont, en réalité, que des expériences d'une autre forme et d'un autre nom. Or, ces deux espèces d'expériences ont fourni des ré-

(1) Nous sommes heureux d'avoir précisément suivi la méthode préconisée par M. Chevreul, dans nos *recherches* sur la *localisation* du pouvoir *coordinateur* des mouvements nécessaires à la parole.

sultats parfaitement semblables, en démontrant que le cervelet *coordonne*, en effet, non pas, sans doute, comme l'avait enseigné M. Flourens, tous les mouvements dits *volontaires* de translation et de préhension, mais bien ceux des divers modes de la *marche*, de la station et de l'équilibration.

» III. Voici, en résumé, les phénomènes que nous avons constatés chez une trentaine d'animaux d'espèce différente, soumis à nos expériences.

» Lorsque le cervelet est simplement *excité*, *irrité*, on ne détruit pas les actes de la marche, de la station, de l'équilibration du corps, mais on les bouleverse, on les *désordonne* pour ainsi dire; alors on observe des sauts, des bonds, des culbutes, des pirouettes et autres mouvements bizarres, d'une telle impétuosité, que l'œil ne peut les suivre qu'imparfaitement. Au milieu de ce désordre irrésistible des mouvements de l'espèce dont il s'agit, l'animal chancelle, *titube* comme dans l'ivresse, tend à tomber dans tous les sens, comme un vaisseau battu de tous côtés par la tempête. Cette sorte d'*ataxie*, de *délire*, de *folie* de la marche, considérée dans ses divers mouvements, ne tarde pas à se dissiper quand la lésion du cervelet est très-superficielle et légère; mais quand le cervelet est profondément altéré, désorganisé, l'animal est privé sans retour de la faculté de s'équilibrer, de retrouver son centre de gravité et de marcher; il se perd par conséquent en vains efforts musculaires pour y parvenir, efforts qui servent à démontrer que, pour être devenu inhabile à *coordonner* les mouvements en marche ou à se maintenir dans un état de station, il n'en conserve pas moins la faculté d'exécuter des mouvements partiels, isolés, et de remuer ses membres dans tous les sens.

» Je terminerai ce qui concerne les expériences sur les animaux par le fait suivant, relatif à une maladie du cervelet, observée chez un petit oison. Dans la basse-cour de notre habitation de campagne, j'avais été frappé de la singulière démarche de cet animal; il ne pouvait suivre que de loin la compagnie d'oisons dont il faisait partie : tantôt il reculait, tantôt il avançait; tantôt il penchait à droite, tantôt il penchait à gauche, tantôt en avant, tantôt en arrière; il lui arrivait souvent de tomber et il ne pouvait alors se relever que très-difficilement. Une fois relevé, il chancelait, *titubait*, comme s'il eût été *ivre*, et semblait le jouet d'une force *irrésistible*, qui ne lui permettait pas de marcher dans le sens où il voulait, ni de garder son équilibre, et qui le condamnait à ces chutes fréquentes dont nous avons parlé.... Il mourut au bout de quelques jours.

» J'ouvris sa tête, et j'aurais été bien surpris, je l'avoue, si je n'avais pas rencontré une grave lésion du cervelet; mais cette surprise ne m'était pas heureusement réservée : en effet, je trouvai le cervelet de ce jeune oison presque totalement détruit par un *ramollissement suppuré.* Le cerveau lui-même et la partie supérieure de la moelle spinale n'étaient pas notablement altérés.

» IV. Les observations cliniques dans lesquelles, depuis une quarantaine d'années, un grand nombre de médecins ont, ainsi que moi, constaté par l'autopsie cadavérique, le *rapport* des lésions de la *marche,* de la station, de l'équilibration du corps avec les lésions du cervelet, s'élèvent à un chiffre considérable.

» Quelles que soient les lésions du cervelet, soit d'origine *naturelle,* soit d'origine *artificielle* ou expérimentale, elles déterminent constamment des lésions de la marche, de la station et de l'équilibration du corps, en laissant intactes les autres fonctions spéciales de la vie dite *animale,* tandis que, d'autre part, quelles que soient les lésions des diverses parties des hémisphères cérébraux, le cervelet étant sain, elles ne déterminent jamais ces lésions de la marche, de la station, etc., mais en produisent d'autres qui leur sont propres, notamment celles de la parole, de l'écriture, etc., dont il a été question dans notre première Communication.

» Cela bien établi, reconnaissons, conformément aux résultats de l'expérimentation et de l'observation clinique :

» 1° Qu'à la doctrine, d'après laquelle il n'appartenait qu'au cervelet de *coordonner* tous les mouvements dits volontaires de translation et de préhension, il faut substituer celle d'après laquelle ce centre nerveux coordonne *spécialement* ceux nécessaires à la marche, à la station, à l'équilibration du corps;

» 2° Qu'à la doctrine, selon laquelle le cerveau ne *coordonne* aucun des mouvements dits volontaires de translation et de préhension, il faut substituer celle selon laquelle il *coordonne* un très-grand nombre de ces mouvements, mais non compris ceux de la marche et de la station.

» Je conclus en ces termes :

» Il est démontré, par les observations cliniques et par les expériences sur des animaux, que, sans préjudice des autres offices qu'ils peuvent remplir, le cerveau et le cervelet sont les organes coordinateurs de toutes les *espèces* de mouvements volontaires de la vie *animale.*

» Il reste à rechercher la nature et le mécanisme de ces *forces motrices*, dont l'existence vient d'être montrée, et certes ce n'est pas là un problème de médiocre importance. »

THERMODYNAMIQUE. — *Démonstration directe des principes fondamentaux de la Thermodynamique. Lois du frottement et du choc d'après cette science* [suite (*)]. Mémoire de M. **A. Ledieu**. (Extrait par l'Auteur.)

« Partant des considérations énoncées dans notre Note précédente, nous nous sommes proposé : 1° d'obtenir une relation entre les travaux des trois espèces de forces que nous avons définies et les forces vives correspondant aux mouvements d'*ensemble* et aux mouvements *propres;*

» 2° D'interpréter cette relation au point de vue de la Thermodynamique.

» En poussant plus loin nos investigations dans cette voie, nous n'avons introduit les considérations dont il s'agit qu'au fur et à mesure qu'elles devenaient indispensables. C'est ainsi que nous sommes arrivé à exprimer dans ladite relation les travaux des forces extérieures, mesurables physiquement, et des forces intérieures, en fonction, tant de la variation des forces vives propres, et par suite de la variation de la température, que des travaux calorifiques correspondant à cette même variation, et du changement de durée des vibrations.

» Toutefois, eu égard à l'état actuel des connaissances sur les forces intérieures, nous n'avons pu obtenir cette transformation que dans l'hypothèse où l'équilibre de température s'établit à chaque instant dans toute la masse des corps considérés, et où les vitesses de *changement de volume* sont négligeables par rapport aux vitesses *vibratoires*. Mais, comme nous n'avons été conduit à ladite transformation que pour arriver à une démonstration directe du principe amplifié de Carnot, et que ce principe renferme précisément l'hypothèse dont il s'agit, la formule à laquelle nous sommes parvenu nous a permis d'atteindre notre but.

» Enfin, pour établir une théorie du frottement et du choc en harmonie avec les lois de la Thermodynamique, nous sommes revenu à la première expression de notre relation, en la transformant encore, mais cette fois à l'aide de la décomposition du travail des forces extérieures en deux autres, correspondant, l'un au mouvement d'*ensemble*, et l'autre au mouvement *vibratoire*.

(*) Voir les *Comptes rendus* du 14 juillet 1873.

» *Établissement de diverses formules principales.* — Le premier point de théorie que nous abordons dans notre Mémoire est celui de l'équilibre de tout système de points matériels soumis à des forces ayant un potentiel.

» D'après le théorème des forces vives, si l'on appelle v, v',... les vitesses des points de masse m, m',..., on a évidemment

$$\Sigma m m' \varphi(\rho) + \text{const.} = \frac{\Sigma m v^2}{2}. \tag{I}$$

Si le système est en équilibre *ordinaire*, toutes les vitesses étant nulles à un instant quelconque, il vient

$$\Sigma m m' \varphi(\rho) + \text{const.} = 0,$$

soit

$$\Sigma m m' \psi(\rho) d\rho = 0, \tag{II}$$

équation qui, du reste, se déduit directement du principe des *mouvements virtuels*.

» Si, au lieu de supposer toutes les vitesses nulles, on considère le cas où le mouvement du système serait tel, qu'à chaque instant la somme $\Sigma m v^2$ demeure constante, chaque point possédant d'ailleurs une vitesse spéciale, on pourra dire que le système est en *équilibre vibratoire*.

» La relation (I) différentiée donne encore dans ce cas l'équation (II). Dès lors cette équation, qui caractérise l'équilibre *ordinaire* pour un système de points matériels soumis à des forces ayant un potentiel, caractérise pareillement l'équilibre *vibratoire* du système ; et même, en se plaçant au point de vue général, on devra regarder l'équilibre ordinaire comme un cas particulier de l'équilibre vibratoire, où les vitesses spéciales de tous les points du système se trouvent nulles à la fois. Notons que ladite relation (II) constitue une condition *nécessaire*, mais non suffisante, de l'équilibre ordinaire, tandis qu'elle est à la fois condition *nécessaire* et *suffisante* pour l'équilibre vibratoire.

» L'équilibre vibratoire, que nous ne trouvons signalé dans aucun ouvrage, est très-utile à spécifier ; car nous aurons besoin de l'invoquer pour définir *mécaniquement* la température d'un corps.

» La question la plus importante à étudier, sur l'équilibre ordinaire ou vibratoire d'un système de points matériels soumis à des forces ayant un potentiel, est la *stabilité* de cet équilibre.

» Il y a *stabilité* quand, en déplaçant extrêmement peu les points du système des positions pour lesquelles ils sont en équilibre ordinaire ou vibra-

toire, et modifiant la vitesse de chacun d'eux, leurs déplacements par rapport auxdites positions restent toujours compris entre certaines limites déterminées et très-petites.

» De la relation (II), il résulte que, pour tout système en équilibre stable ordinaire ou vibratoire, le potentiel est maximum ou minimum, puisque sa différentielle totale est nulle.

» L'équilibre est *stable* dans le cas du maximum, et *instable* dans la supposition du minimum. On peut établir cette démonstration indépendamment des formules données à cet effet par Lagrange et Poisson, et qui mènent à des conclusions dont la généralité laisse à désirer. La méthode dont il s'agit repose sur une considération très-simple, qui se rattache d'une manière immédiate à l'idée du maximum. Elle a été exposée pour la première fois par Lejeune-Dirichlet, et se trouve dans la troisième édition de la *Mécanique analytique* de Lagrange, annotée par M. Bertrand. Nous la reproduisons dans notre Mémoire en la modifiant légèrement, de façon à la rendre plus explicite, et à l'approprier d'ailleurs à l'hypothèse de l'équilibre vibratoire aussi bien que de l'équilibre ordinaire.

» Rappelons actuellement qu'on nomme *énergie potentielle* le potentiel changé de signe et ayant sa constante déterminée de manière qu'il soit nul pour l'état d'équilibre stable correspondant à son *maximum maximorum*, c'est-à-dire que cette constante $= \Sigma mm'(\rho_1)$, ρ_1 indiquant la distance de deux points pour ledit état d'équilibre.

» Ainsi définie, l'énergie potentielle est égale à $-\Sigma mm'\varphi(\rho) + \Sigma mm'\varphi(\rho_1)$ et se trouve toujours être une quantité positive dont la valeur relative à l'état en question est un *minimum minimorum*. Elle représente d'ailleurs le maximum du travail que les forces intérieures sont aptes à produire par suite d'un changement quelconque du système, *maximum* qui est obtenu lorsque le système passe de l'état actuel à l'état d'équilibre stable susmentionné.

» La définition précédente ayant été rappelée, désignons par v, v_1 les vitesses totales du point de masse m à deux instants considérés ;

» P l'expression générale de chacune des formes *extérieures* ou mieux *étrangères*, tant mouvantes que résistantes, appliquées à certains points matériels du système ou à tous ;

» p l'arc de la trajectoire parcouru, dans son mouvement total, par le point matériel où est appliquée la force P ;

» Φ, Φ_1, les valeurs de *l'énergie potentielle* du système aux deux instants considérés.

» Le théorème général des forces vives, appliqué à un système de points matériels soumis tant à des forces extérieures qu'à leurs actions mutuelles, donne la relation suivante :

$$\Sigma \int P\, dp \cos(p, P) + \Phi - \Phi_1 = \Sigma m \frac{m(v_1^2 - v^2)}{2}.$$

» Cette expression peut s'écrire

$$(1) \qquad \Sigma \int P\, dp \cos(p, P) = \left(\Phi_1 + \frac{\Sigma m v_1^2}{2}\right) - \left(\Phi + \frac{\Sigma m v^2}{2}\right).$$

» Appelons maintenant V, V_1 les vitesses du centre de gravité du système aux deux instants considérés ;

» U_1, U les vitesses, aux deux mêmes instants, d'un point m du système, dans son *mouvement relatif* au centre de gravité.

» On a, en vertu d'un théorème connu,

$$(2) \qquad \Sigma \frac{mv^2}{2} = \frac{V^2 \Sigma m}{2} + \frac{\Sigma m U^2}{2}.$$

» La relation (2) permet de donner à la relation (1) la forme que voici :

$$(3) \qquad \Sigma \int P\, dp \cos(p, P) = \frac{(V_1^2 - V^2)\Sigma m}{2} + \left(\Phi_1 + \frac{\Sigma m U_1^2}{2}\right) - \left(\Phi + \frac{\Sigma m U^2}{2}\right).$$

» Il faut transformer l'équation (3) à son tour en une autre renfermant les vitesses du *mouvement d'ensemble* du système donné et les vitesses *propres* de ses points matériels.

» *Explications relatives aux mouvements et aux vitesses, tant d'ensemble que propres, dans un système de points matériels.* — Avant d'entreprendre cette transformation, il importe de préciser mathématiquement les mots mouvements et vitesses d'*ensemble* ou *propres*.

» A cet effet, considérons le système à un moment quelconque. On pourra toujours supposer qu'à ce moment il devienne un *solide rigide*, c'est-à-dire tel, que ses divers points ne puissent, en aucune manière, se rapprocher ou s'éloigner les uns des autres. Ce solide devra être regardé comme partant du repos et soumis à toute une série de *percussions instantanées*, représentées chacune en grandeur et en direction par la quantité de mouvement qui appartient à chaque point du système donné ; enfin nous supposerons appliquées au solide fictif, et aux mêmes points que dans le système, des forces égales aux forces extérieures qui actionnent ce système. Notre *solide fictif* variera constamment de constitution intérieure et de dimensions. Ce sera, en quelque sorte, un solide instantané.

» Les conventions parfaitement licites que nous venons de faire nous conduiront à des résultats importants; d'ailleurs, nous verrons plus tard que, dans le cas de vibrations d'étendue inappréciable à la vue, notre solide fictif n'est autre que le solide apparent sur lequel on relève, en pratique, les éléments du mouvement.

» Nous appellerons *mouvement d'ensemble* du système donné la suite des mouvements élémentaires du solide fictif; et *chemins* et *vitesses d'ensemble* des points matériels, leurs chemins et vitesses quand on les considère comme faisant partie dudit solide. Les *vitesses propres* seront alors les vitesses qui, composées avec les *vitesses d'ensemble*, redonneraient les vitesses réelles.

» En principe, la position et le mouvement de notre solide se trouveront déterminés successivement par la connaissance des percussions instantanées et des forces extérieures qui actionnent à chaque instant les solides. Il est manifeste que le centre de gravité du solide coïncide sans cesse avec le centre de gravité du système. Dès lors, on pourra toujours regarder chaque mouvement élémentaire du solide fictif comme composé d'une translation égale à celle du centre de gravité du système, et d'une rotation se produisant autour d'un axe instantané passant par ledit centre considéré comme fixe. »

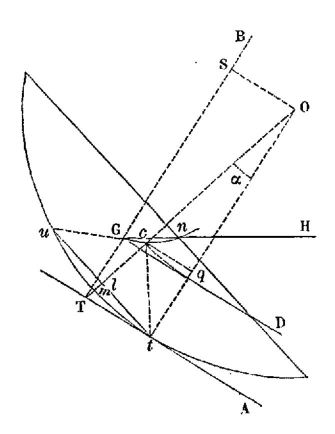
MÉCANIQUE. — *Mouvement d'un segment sphérique sur un plan incliné.* Mémoire de M. le général **Didion**. (Extrait par l'Auteur.)

« Problème. — *Sur un plan horizontal on place un segment sphérique et l'on incline le plan peu à peu; on demande, en tenant compte du frottement, quel mouvement prendra le corps.*

» On peut facilement faire l'expérience en opérant avec une glace bien polie pour plan incliné, et avec un verre de montre suffisamment bombé, pour segment sphérique, en déposant à l'avance une goutte d'eau sur la glace, au point où l'on placera ensuite le segment, et on incline la glace peu à peu. On voit bientôt le verre de montre prendre un mouvement de rotation sur lui-même et s'échapper suivant une ligne qui s'écarte de l'horizontale (*).

(*) M. de Salis, ancien capitaine d'artillerie, m'ayant indiqué ce phénomène, je l'engageai à en rechercher la solution. J'insistai en vain; mais, trouvant le problème intéressant, je m'en occupai moi-même et j'en donne ici la solution.

» Lorsqu'un segment sphérique est placé sur un plan horizontal en T (pour un moment nous supposons que TA, sur la figure, est horizontale), le centre S de la sphère, le centre de gravité G et le point de contact T sont sur la même verticale.



» Si l'on fait rouler le segment sur le plan, le centre de la sphère suivra une ligne SO parallèle au plan, et le point de contact T du segment décrira une cycloïde dont la tangente à l'origine est verticale; le rayon primitif ST s'inclinera de plus en plus. Quant au centre de gravité, d'abord en G, il se trouvera toujours sur le rayon primitif à une même distance du centre S de la sphère; il décrira aussi une cycloïde, mais une cycloïde allongée G*cn* et différente de la première, particulièrement en ce que la tangente à l'origine est parallèle à la ligne TA et par conséquent horizontale : c'est là un point essentiel. Le centre de gravité va donc en s'élevant, et, si l'on abandonne le corps à lui-même, il reviendra sur le chemin qu'il a parcouru et oscillera jusqu'à ce qu'il ait repris sa position première; il est en équilibre stable.

» Si maintenant on incline le plan peu à peu, l'équilibre est troublé, la verticale du centre de gravité tombe en dehors du point T, le segment sphérique roule suivant la ligne de plus grande pente, que nous supposons être TA. Le centre de gravité descendra suivant la courbe G*cn* que nous avons indiquée et dont la première partie est au-dessous de l'horizontale GH menée par la position première G. Il oscillera et s'arrêtera au point le plus bas, celui où la tangente est horizontale, et y restera en équilibre stable, si toutefois l'inclinaison du plan est inférieure à celle sous laquelle le corps glisserait, c'est-à-dire à l'angle du frottement de glissement.

» Soit, pour une position quelconque O du centre de la sphère, O*t* per-

pendiculaire à TA; t sera le nouveau point de contact, tmu l'arc du segment, Om la nouvelle position du rayon primitif et α l'angle de déplacement mOt. Nommant R le rayon ST de la sphère, h l'élévation GT du centre de gravité, r la distance SG des deux centres, égale à $R - h$, et a le développement de l'arc tm, lequel est $R\alpha$ ou $(r+h)\alpha$. En prenant TA pour ligne des abscisses et TB pour ligne des ordonnées, en nommant x et y ces coordonnées et prenant α pour variable, on obtient

$$(1) \qquad x = a - r\sin\alpha = h + r(\alpha - \sin\alpha);$$

$$(2) \qquad y = r(1 - \cos\alpha) = 2r\sin^2\frac{\alpha}{2},$$

et, par la différentiation,

$$(3) \qquad \frac{dy}{dx} = \frac{r\sin\alpha}{h + r(1-\cos\alpha)} = \frac{r\sin\alpha}{h + 2r\sin^2\frac{\alpha}{2}}:$$

c'est la tangente trigonométrique de l'angle que fait avec la ligne de plus grande pente la tangente à la cycloïde allongée.

» L'équation (3) montre bien qu'à l'origine, pour $\alpha = 0$, $\frac{dy}{dx} = 0$ et que la courbe est tangente à TA.

» Au point le plus bas, la tangente est horizontale et elle fait avec TA un angle égal à l'inclinaison φ du plan; on devra donc avoir, pour déterminer ce point,

$$(4) \qquad \operatorname{tang}\varphi = \frac{r\sin\alpha}{h + r(1-\cos\alpha)} = \frac{r\sin\alpha}{h + 2r\sin^2\frac{\alpha}{2}}.$$

» Si l'on joint le point c de la courbe correspondant à l'angle α et le pied t de la perpendiculaire au plan, ou le point de contact actuel, et que de ce point c on abaisse une perpendiculaire cq sur Ot, l'inclinaison de cette ligne avec le rayon Ot sera

$$\operatorname{tang} ctq = \frac{cq}{tq} = \frac{r\sin\alpha}{r + h - r\cos\alpha} = \frac{r\sin\alpha}{h + r(1-\cos\alpha)}.$$

» Cette quantité étant égale à l'inclinaison de la tangente (4) avec GD, on en conclut que la ligne G est normale à la courbe, et par conséquent verticale si c est le point le plus bas, et le centre de gravité se trouvera ainsi sur la verticale qui passe par le point de contact t; condition d'équilibre.

» L'équation (4) donne la valeur de α qui satisfait à la condition d'équilibre. En considérant que, dans ces applications, l'angle α sera toujours

assez petit, on pourra, sans erreur sensible, remplacer, dans les équations (1), (2), (3) et (4), $\alpha - \sin\alpha$ par $\frac{\alpha^3}{6}$ et $\sin^2\frac{\alpha}{2}$ par $\left(\frac{\alpha}{2}\right)^2$; alors ces équations deviennent

$$(5)\qquad x = h\alpha + r\frac{\alpha^3}{6},\quad y = \tfrac{1}{2}r\alpha^2 \quad\text{et}\quad \frac{dy}{dx} = \frac{r\alpha}{h + \frac{1}{2}r\alpha^2},$$

et la valeur de α, pour la position d'équilibre,

$$(6)\qquad \operatorname{tang}\varphi = \frac{r\alpha}{h + \frac{1}{2}r\alpha^2},\quad \text{d'où}\quad \alpha = \frac{1}{\operatorname{tang}\varphi} \pm \sqrt{\frac{1}{\operatorname{tang}^2\varphi} - \frac{2h}{r}}.$$

» Le segment sphérique étant en équilibre sur le plan incliné, si on le fait rouler dans une direction quelconque, d'une très-petite quantité, il reviendra dans sa position dès qu'on l'abandonnera à lui-même, pourvu qu'on ne lui imprime pas en même temps un mouvement de rotation sur lui-même. Il peut être considéré comme en équilibre stable. Il en sera autrement s'il peut prendre un mouvement de rotation.

» Imaginons une petite sphère dont c soit le centre et ct le rayon; elle coupera la sphère réelle suivant une petite section circulaire tu, perpendiculaire à la ligne Oc, et dont le centre sera l; imaginons aussi qu'elle sert de base à un cône dont le sommet serait en c et dont les génératrices extrêmes sont ct et cu, la première étant verticale. Le plan de cette petite section passe par l'horizontale tH du plan au point t (cette ligne dans l'espace n'est pas indiquée sur la figure).

» Si l'on faisait tourner le cône autour de cl, les diverses génératrices viendraient successivement prendre en ct une position verticale, le point c restant fixe. On aurait à vaincre le frottement de glissement en t. Si, pour éviter ce frottement, on fait rouler le petit cercle sur l'horizontale tH', en le laissant dans son plan, le point de contact s'avancera sur cette ligne tH', les génératrices du cône viendront successivement au point de contact variable et y prendront une direction verticale; le centre c parcourra une ligne horizontale parallèle à tH', et la pesanteur n'aura aucune action : il restera à vaincre le frottement de roulement.

» Celui-ci n'est pas uniquement comme celui d'une surface de révolution qui roulerait sur un plan horizontal; il y a encore un frottement accessoire de pivotement, et qui provient de ce que le petit cercle de rayon tl se développant sur l'horizontale tH', il faut que les arcs tels que tm se déplacent en tournant sur eux-mêmes, de façon qu'ils aient fait un tour entier lorsque la circonférence du petit cercle se sera développée

tout entière. Ce mouvement de pivotement sera proportionnellement d'autant plus considérable que le rayon du cercle sera plus petit. La grandeur du rayon diminuera aussi le frottement de roulement, comme cela a lieu pour les corps cylindriques. Il est facile de voir, sur la figure, que le rayon ρ de ce petit cercle est égal à $R \sin\alpha$, ou simplement $R\alpha$.

» Dans la valeur de α (équation 6), si l'on développe le radical comme une puissance un demi, on obtient une série dont le premier terme, de beaucoup le plus important, est proportionnel à $\frac{h}{r}\operatorname{tang}\varphi \ldots \frac{h}{R-h}\operatorname{tang}\varphi$, de sorte que le rayon ρ est sensiblement proportionnel à $R\frac{h}{R-h}\operatorname{tang}\varphi$.

» Le segment sphérique se trouve ainsi en équilibre, comme le serait un cylindre dont les génératrices seraient parallèles à la ligne de plus grande pente. Si, par une cause accidentelle, ce cylindre est dérangé de sa position et amené à une inclinaison suffisante, il roulera sur le plan dans une direction perpendiculaire à celle de ses génératrices, la composante de la pesanteur, suivant cette ligne oblique, étant alors plus grande que le frottement de roulement.

» Cette disposition peut se réaliser pour le segment sphérique. En effet, si, par une cause quelconque, telle que l'action de l'air agité sur le corps, ou un ébranlement qui déplace le centre de gravité, le plan de la petite section est déplacé et amené à couper le plan incliné sous une ligne oblique, suffisamment abaissée au-dessous de l'horizontale, il arrivera que la composante de la pesanteur suivant cette ligne deviendra supérieure au frottement sur le plan. Le corps alors se mouvra suivant cette ligne, la pesanteur surmontant d'abord l'inertie qu'oppose ce corps au double mouvement de rotation et de translation; après quoi, celui-ci suivra la loi d'un corps pesant sur un plan incliné.

» On remarquera que la rupture de l'équilibre s'obtiendra d'autant plus facilement ici, que le plan de la petite section est très-peu incliné sur le plan fixe et que le corps ne repose que par un point sur ce plan.

» Le mouvement de translation pourra avoir lieu d'un côté ou de l'autre, suivant le sens des causes accidentelles; mais s'il a lieu à droite, pour le spectateur placé au bas du plan incliné, le mouvement de rotation sera direct (comme celui des aiguilles d'une montre); dans le cas contraire, il sera inverse. Ces mouvements paraîtront d'ailleurs plus rapides quand le rayon de la section sera plus petit.

» *Applications.* — Nous ne dirons que quelques mots des applications

qu'on peut faire avec des corps faciles à trouver : une glace pour plan incliné, et, pour segments, des verres de montre suffisamment bombés, ou des parties de ballons en verre soufflé, qui ont l'avantage d'être très-légers. On détermine la position du centre de gravité de ces corps en les considérant comme des calottes sphériques. On peut mesurer les inclinaisons φ du plan avec une *fausse-équerre* et un niveau à bulle d'air; et, si l'on a l'angle γ que fait avec l'horizontale du plan la direction du chemin parcouru, on aura l'angle absolu θ de cette direction avec le plan horizontal, par la formule

$$\sin\theta = \sin\varphi . \sin\gamma.$$

» Si l'on place un verre très-peu bombé à sec sur une glace et qu'on incline celle-ci par degrés, le corps glissera dès que l'inclinaison arrivera à 10 ou 12 degrés; mais si l'on interpose une goutte d'eau à l'avance, entre le verre et la glace, l'inclinaison pourra aller jusqu'à 26 ou 27 degrés et même au delà, sans que le corps glisse; il y a donc un intervalle de 12 à 27 degrés de plus pour la réalisation du mouvement de rotation. Cela est à la condition essentielle que le corps soit léger; autrement l'effet de l'interposition de la goutte d'eau disparaîtrait.

» On s'explique cette propriété en remarquant que l'interposition de l'eau produit une certaine adhérence, et qu'une partie du poids du liquide s'ajoute à celui du corps pour produire une action qui n'a pas de composante parallèle au plan, comme cela a lieu pour le poids du corps. On comprend aussi qu'elle n'a d'effet sensible que pour un corps léger.

» Pour obtenir le mouvement latéral à sec, il faut que l'inclinaison soit moindre que 10 degrés, et racheter cette faible valeur par l'élévation du centre de gravité. Je l'ai obtenu pour $\varphi = 9^\circ\frac{1}{2}$ avec un segment de 24 millimètres de flèche, tiré d'un ballon en verre de $\frac{1}{2}$ millimètre d'épaisseur et de 53 millimètres de diamètre, dans lequel on avait $h = 11^{mm},9$ et $\frac{h}{R} = \frac{4}{9}$. On avait alors $\alpha = 8^\circ 50'$ et $\rho = 4^{mm},0$. Le mouvement latéral a eu lieu sous un angle $\theta = 1^\circ$ au-dessous de l'horizon; il fallait, à la vérité, provoquer le mouvement au départ. Avec l'interposition d'une goutte d'eau, le mouvement a été, au contraire, très-facile avec un verre de montre peu bombé, dans lequel le rapport $\frac{h}{R}$ était de $\frac{1}{30}$. Il n'y a pas de mouvement latéral et le corps glisse malgré l'interposition de l'eau.

» Avec un segment dans lequel $R = 39^{mm},7$, $h = 3^{mm},0$, $\frac{h}{R} = \frac{1}{13}$, le

mouvement latéral, avec l'interposition d'une goutte d'eau, s'effectue avec $\varphi = 23^\circ$, ce qui donne $\alpha = 2^\circ 3'$ et $\rho = 1^{mm},42$, et sous un angle absolu $\theta = 8^\circ 45'$. En ajoutant à ce segment une petite masse supplémentaire qui donne $h = 5^{mm},74$ et $\frac{h}{R} = \frac{1}{7}$, le mouvement latéral a lieu sous $\varphi = 11^\circ 10'$ et sous un angle absolu $\theta = 4^\circ$.

» On voit, par ces applications, que l'interposition d'une goutte d'eau n'est pas toujours nécessaire, mais qu'elle facilite les expériences. La masse additionnelle rend le mouvement possible avec des segments de trop faible flèche. Cette surcharge, toutefois, peut être choisie de manière à en dissimuler le motif, sous le prétexte d'un objet spécial à porter. On remarquera que la forme sphérique du corps n'est nécessaire que dans la partie qui comprend la petite section; la forme, du reste, est indifférente.

» Les expériences que nous avons indiquées offrent quelque intérêt en ce qu'elles montrent la diversité des mouvements produits par la pesanteur.

» Le travail dont cette Note est un extrait doit être inséré intégralement dans les Mémoires de l'Académie de Stanislas de Nancy. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur les spectres du fer et de quelques autres métaux, dans l'arc voltaïque*. Note du **P. Secchi.**

« Rome, 16 juillet 1873.

» Dans ma dernière Communication, du 23 juin dernier, j'annonçais que parmi les nombreuses raies du fer, dans la lumière électrique d'une pile de cinquante couples de Bunsen, je n'avais pas réussi à voir la raie de la couronne des éclipses, 1474 K. J'ai trouvé depuis que M. Young a aussi émis des doutes sur le fait que cette raie appartienne au fer (1). J'ai donc pensé qu'il convenait de vérifier si vraiment cette raie appartient ou non au fer. L'importance de cette raie pour la constitution de la couronne solaire et la grande autorité du travail classique de premier ordre qui était en question, me faisaient un devoir d'examiner s'il n'y aurait pas eu une erreur de

(1) Voici la Note de M. Young :

« The corresponding line in the spectrum of iron is feeble, and in several occasions when » the neighbouring lines of iron 1463 have been greatly disturbed, this has wholly failed » to sympathize; hence I have marked the Fe with a ?. » (*American Journal of Sciences and Arts*, vol. IV, nov. 1872.)

ma part. En conséquence, j'ai répété de nouveau l'expérience avec tous les soins possibles.

» J'ai remonté cette fois la même pile de cinquante couples avec des acides nouveaux : l'acide nitrique à 40 degrés, et l'acide sulfurique avec 8 fois son volume d'eau. La force de la pile était telle, qu'elle fondait environ $2^m,50$ de fil de fer d'à peu près 1 millimètre de diamètre. Elle a mis hors d'usage, au bout de peu de temps, un appareil Foucault, en fondant les pièces isolantes de l'appareil, et il a fallu continuer les expériences avec un appareil plus simple, imitant celui de Foucault, mais réglé à la main. La lumière de l'arc produite par les charbons avait une intensité comprise entre 1300 et 1400 bougies stéariques.

» Nous avons employé trois méthodes différentes pour obtenir l'arc voltaïque du fer : 1° avec deux cônes de fer; 2° avec un cône de fer au pôle positif et un charbon au pôle négatif; 3° avec des gouttes de fer placées dans un petit creuset de charbon au pôle positif. L'arc obtenu était observé à la distance de 1 mètre, avec un spectroscope formé d'un excellent prisme de Hoffmann à vision directe, interposé entre deux bonnes lunettes de $0^m,65$ de longueur focale, l'une servant de collimateur, l'autre servant à l'analyse, avec oculaire grossissant trente-six fois. Ce spectroscope montrait toutes les raies des Tables de Kirchhoff. Un héliostat réfléchissait les rayons solaires dans la longueur du spectroscope, en les faisant passer entre les pôles métalliques de l'appareil, de sorte qu'on pouvait avoir le spectre solaire et le spectre de l'arc électrique superposés, et occupant à volonté la totalité ou seulement une partie du champ, et cela sans faire usage de prisme réflecteur devant la fente. Un micromètre à deux fils parallèles, dont la distance pouvait varier au moyen de vis micrométriques, servait à limiter une portion déterminée du spectre pour s'assurer si, dans l'intervalle, paraissait une lumière quelconque, lorsque le Soleil était caché.

» Après avoir bien reconnu le groupe en question, des raies 1363,1, 1466,9 et la raie 1473,9, et avoir reconnu que la première était double, on a introduit la lumière électrique par la fente. Les deux premières ont immédiatement apparu brillantes dans le champ, superposées aux deux raies noires de la lumière solaire; la troisième 1473,9 n'a point paru. Alors nous avons répété plusieurs fois l'expérience, en supprimant la lumière solaire et plaçant l'observateur dans une obscurité complète, pour étudier le milieu de l'intervalle des fils, auquel on avait placé la raie noire solaire en question; nous n'avons pas mieux réussi à la voir. Craignant toujours de me tromper sur le groupe de raies, j'ai fait répéter l'expérience par

d'autres observateurs, en parcourant tout l'espace compris entre ce groupe et le magnésium, et vérifiant un grand nombre d'autres raies, mais toujours sans succès.

» Ce résultat était pour moi d'autant plus étonnant que non-seulement M. Kirchhoff, mais aussi MM. Angström et Thalèn donnent la position de cette raie, et la désignent par le chiffre considérable 5, de sorte qu'elle devrait être peu différente des deux voisines (1); ils ont d'ailleurs employé également une pile de 50 éléments, et constaté un nombre de raies semblable à celui que j'ai vu moi-même. J'ai donc cherché à faire varier la qualité du fer des pôles, en employant du fer du commerce de diverses provenances. Les différences étaient bien sensibles : on voyait apparaître passagèrement des raies différentes, et la fusion et la volatilisation du métal se faisaient ausssi de manières sensiblement différentes; mais la raie n'a toujours pas paru, de sorte qu'il en faut conclure que, si cette raie appartient au fer, elle se développe dans des circonstances de température qui sont encore inconnues.

» J'ai fait des essais avec d'autres métaux, pour voir si cette raie se présentait, mais inutilement.

» A cette occasion, j'ai fait quelques remarques sur l'arc des charbons : j'ignore si elles sont nouvelles, mais ne les ayant pas encore rencontrées, je les indiquerai rapidement ici.

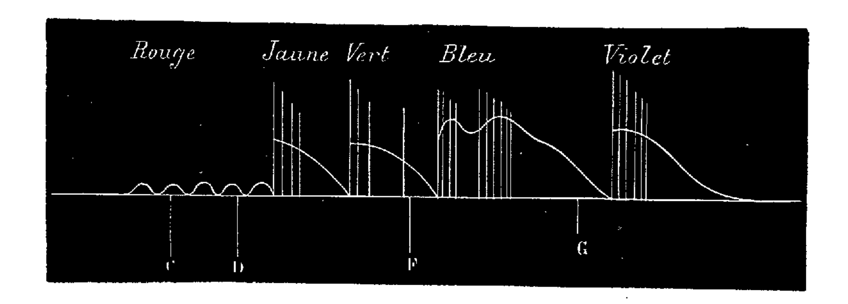
» L'arc voltaïque des charbons a été projeté, avec un appareil Dubosq, sur un écran blanc au centre duquel était une ouverture derrière laquelle on avait placé un excellent spectroscope à vision directe de Merz. La grandeur de l'image de l'arc formé entre les charbons était d'environ 10 centimètres, de sorte qu'on pouvait, en toute sûreté, en examiner séparément les différentes parties.

» Lorsque la fente correspondait au milieu de l'arc, le spectre qui se produisait était semblable à celui de la vapeur de carbone donné par Morren, et à celui du cyanogène donné par Roscoë. Il y avait cependant des différences notables, que je ne crois pas inutile de signaler. Depuis le rouge extrême jusqu'au delà de la raie D, l'espace était *tout entier* occupé par de faibles cannelures, au nombre de cinq, sans raies brillantes (la figure ci-contre fait voir la distribution de ces bandes); le spectre de Morren, en ce point, est très-différent. Dans le jaune, il y avait un groupe superbe de quatre lignes brillantes, projetées sur une bande lumineuse dont la lumière décroissait vers

(1) *Voir* Angström et Thalèn, *On Fraunhofer's lines*. Upsala, 1866, p. 5.

le vert, et offrant l'aspect d'une ombre qui figurerait une colonne convexe. Je n'ai pas vu les deux autres raies données par Morren.

» Ensuite, venait la bande verte, au commencement de laquelle se trouvaient trois lignes très-vives et fines, et une autre isolée un peu au delà du milieu. La bande lumineuse était estompée comme la précédente. Nous n'avons pas vu les bandes légères de Morren dans cette partie. La ligne brillante du milieu n'était pas constante comme les autres. Venait ensuite la bande bleue, qui s'accordait mieux avec la figure de Roscoë qu'avec celle de Morren. Au commencement de cette bande, se trouvaient deux groupes superbes de lignes très-vives, contenant l'un quatre, l'autre six lignes, placées à une distance égale au tiers de la longueur de cette bande. Deux bandes estompées, plus vives, correspondaient à ces groupes et la seconde



allait en décroissant vers le violet; enfin, un groupe magnifique de six raies violettes, projetées au commencement d'une belle bande arrondie et estompée vers l'extrémité du spectre. Les mesures relatives des bandes, exprimées en tours de la vis, sont les suivantes :

Bande jaune	8,15
Bande verte	10,95
Bande bleue	19,00
Bande violette	10,±
Intervalle entre les deux groupes du bleu	7,50

» Il y a donc des différences considérables entre ce spectre et ceux que je possède, et c'est pourquoi je pense qu'il y avait intérêt à le remarquer; mais ce qui m'a paru le plus intéressant, c'est que, lorsqu'on analysait la couche lumineuse qui avoisinait le pôle positif (sans y comprendre le charbon), tout le spectre se couvrait de raies très-fines, en sorte que l'ensemble, tout en gardant les cannelures principales, était sillonné de lignes parallèles presque équidistantes, comme serait l'ombre d'une colonne. Crai-

gnant d'être dominé par quelque illusion, j'ai eu recours à d'autres professeurs, qui ont constaté comme moi cette curieuse structure du spectre. Lorsqu'on employait le grand spectroscope solaire, toutes les lignes fines persistaient; seulement on les voyait se manifester comme des cannelures très-fines, concaves, plus ou moins prononcées et plus ou moins vives, et formant les cannelures plus grandes du spectre.

» Le pôle négatif présentait une nombreuse série de lignes brillantes, appartenant à l'hydrogène et aux métaux qui se trouvent accidentellement dans les charbons. Une goutte d'eau jetée sur les charbons faisait apparaître les raies de l'hydrogène et un grand nombre d'autres. Je n'ai pas eu le temps de comparer toutes ces raies avec celles du spectre solaire : il aurait fallu une disposition toute différente des appareils.

» J'ai cherché si, avec d'autres substances, on réussissait à obtenir le spectre finement cannelé produit par le charbon : j'ai trouvé que l'aluminium s'y prête admirablement. Ce métal, lorsqu'il se vaporise sur le charbon avec une lumière vive et calme, donne un spectre formé de cannelures nombreuses, assez larges, différentes de celles du charbon, et qui sont composées elles-mêmes de cannelures extrêmement fines, presque égales en largeur d'un bout à l'autre du spectre. En essayant les autres métaux que j'avais sous la main, j'ai constaté le renversement complet des raies du magnésium, qui ont paru se projeter en noir sur les lignes noires du spectre solaire; elles étaient bordées de magnifiques bandes diffuses, mal terminées et estompées sur les bords. Le thallium (1) m'a présenté non-seulement le renversement de sa belle raie verte, mais une diffusion brillante latérale, presque aussi étendue que celle du sodium, dont j'ai parlé dans ma dernière Communication. Je n'ai pas réussi à voir le fer renversé.

» Ces phénomènes, qui probablement ne sont pas tous inconnus aux savants, prouvent combien sont complexes les conditions dans lesquelles un spectre déterminé se produit : convenablement étudiés par ceux qui ont plus facilement que moi à leur disposition la lumière électrique, ils pourront conduire à des conséquences très-importantes sur la nature des spectres des astres et la température de leurs atmosphères. »

---

(1) Je dois ce métal à M. H. Sainte-Claire Deville.

HYDROLOGIE. — *Sur la perméabilité des sables de Fontainebleau.* Note de M. **Belgrand.**

« L'aqueduc de la Vanne traverse les sables de Fontainebleau entre les vallées du Loing et de la petite rivière d'École, sur une longueur de 31 kilomètres, et ce terrain est tellement perméable, que le tracé ne rencontre ni ruisseau ni ravin. Il franchit cependant plusieurs dépressions, telles que celles des *Sablons*, de la *Croix-du-Grand-Maître*, du *Vert-Galant*, ou même des vallées assez profondes, telles que celles de la *route d'Orléans*, des *Rochers de la Goulotte*, d'*Arbonne*, de *Noisy-sur-École*, de *Montrouget*. Cette rareté des cours d'eau est une des propriétés les plus caractéristiques des terrains perméables.

» Il est d'usage, sur un tel trajet, d'établir un certain nombre d'orifices de décharge, afin de n'être pas obligé, à chaque visite, de mettre la cunette à sec sur une trop grande longueur.

» Il y a d'ailleurs des décharges obligatoires aux points bas des conduites forcées ou siphons; dans le trajet dont il s'agit, l'aqueduc traverse en siphon deux vallées, celles d'Arbonne et de Montrouget. Lorsque le terrain est imperméable, la décharge est établie naturellement dans le cours d'eau qui se trouve toujours au point bas du siphon. Il n'en est point ainsi dans les terrains perméables, puisque la plupart des vallées sont privées de cours d'eau.

» Mes collaborateurs, MM. les ingénieurs Buffet et Lesguillier, avaient une telle confiance dans mes études sur la perméabilité des terrains, qu'il fut arrêté d'un commun accord entre nous, que, pour remplacer les cours d'eau, on achèterait à l'aval de chaque bief un hectare de terrain sablonneux, qu'on entourerait d'un bourrelet de sable de $0^{m},50$ de hauteur. Nous étions convaincus à l'avance que l'eau des orifices de décharge, versée dans cette enceinte, serait absorbée par les sables au fur et à mesure qu'elle sortirait de l'aqueduc. Cependant les faits constatés n'établissaient pas d'une manière certaine le volume d'eau qui peut être absorbé dans un temps donné, par exemple dans une seconde par un hectare de sable de Fontainebleau.

» Voici ce que nous savions, avant l'expérience dont je vais parler, de la puissance absorbante de certains terrains perméables, tels que la grande oolithe, les calcaires corallien et portlandien, la craie blanche, les formations calcaires et sablonneuses des terrains tertiaires, les sables et graviers de transport du fond des vallées. Lorsque ces terrains ne sont pas trop

accidentés, par exemple lorsque leur relief est tel qu'on peut y tracer, sans déblai ni remblai et dans une direction quelconque, une route avec des pentes qui n'excèdent pas 5 centimètres par mètre, les eaux pluviales ne ruissellent jamais à leur surface, même par les plus grandes averses; s'ils sont plus accidentés, il y a quelquefois ruissellement sur la pente rapide des coteaux, mais le faible courant d'eau qui en résulte ne tarde pas à se perdre dès qu'il atteint le thalweg d'une vallée.

» Les terrains perméables du bassin de la Seine absorbent donc sur place l'eau des plus grandes averses. On sait que la hauteur de cette eau ne dépasse pas 5 centimètres par heure de pluie.

» Cette puissance d'absorption est suffisante pour le bon fonctionnement de nos décharges : il suffit pour vider l'aqueduc que les bassins d'un hectare préparés à l'avance absorbent par heure une lame d'eau de 4 à 5 centimètres de hauteur. Nous étions donc assez rassurés sur le succès de l'opération; cependant, pour faire nos essais, nous avons choisi, au delà d'Arbonne, à 1^h30^m de Fontainebleau, une des vallées les plus écartées de la forêt. Nous avons regretté depuis notre timidité, car jamais les touristes ne jouiront du spectacle que nous avons eu sous les yeux, mes collaborateurs et moi. Qu'on se figure une masse d'eau non moins abondante, ni moins limpide, ni moins fraîche que la fontaine de Trévi à Rome, bouillonnant dans un bassin de maçonnerie grossière, mais entourée du plus sauvage encadrement de rochers qu'on puisse imaginer, et l'on aura une idée de la splendide fontaine qui, depuis le 15 mai dernier, arrose cette aride vallée.

» Le propriétaire, M. Feinieux, a gracieusement mis son terrain à notre disposition, et de plus il a construit un barrage en travers de la vallée à 840 mètres en aval de la décharge, pour créer un lac d'eau limpide. Ce barrage s'élève à $3^m,26$ au-dessus des points bas du sol. Sur cette longueur de 840 mètres, le terrain est entièrement formé de sable de Fontainebleau; mais un peu à l'aval on voit une petite source sur un affleurement de marnes vertes; d'après les dispositions de cet affleurement, je pense que l'épaisseur moyenne de la couche de sable dans le petit lac est de 2 ou 3 mètres au plus. Au-dessous, on trouve d'abord quelques assises d'un calcaire d'eau douce très-dur, puis les marnes vertes de Montmartre qui soutiennent la nappe d'eau des puits du pays.

» Le jour de ma première visite, le 17 mai, l'eau coulait abondamment depuis deux jours et alimentait un grand ruisseau; le débit était de 250 litres par seconde. Malgré la pente rapide de la vallée, pendant ce temps ou

en 160000 secondes, elle avait à peine parcouru les 840 mètres qui séparent la décharge du barrage de M. Feinieux. A mon arrivée, elle atteignait le pied de ce barrage. Malgré la vitesse de l'écoulement, l'eau avançait donc avec une lenteur extrême. A chaque partie aride du thalweg qu'elle atteignait, elle était absorbée jusqu'à saturation complète du terrain. L'air renfermé dans la masse de sable s'échappait en produisant d'énormes bouillonnements à la surface de l'eau.

» Voici les résultats numériques de l'expérience :

» *Du* 15 *mai au* 5 *juin*, écoulement continu de 250 litres d'eau par seconde. Le 17 mai, l'eau atteint le pied de la digue de M. Feinieux, puis s'élève graduellement contre cette digue. Le 22, elle est à l'altitude 73,60; le point le plus profond du petit lac étant à 71,31, la profondeur de l'eau au-dessus de ce point bas est donc $2^{m},29$; en moyenne elle n'atteint pas 1 mètre.

» Le 23 mai, il se forme dans le sable des entonnoirs de 2 mètres à $2^{m},25$ de diamètre, qui se multiplient les jours suivants. Il se produit par ces trous des pertes considérables qui, en six jours, font baisser le niveau de 70 centimètres.

» M. Feinieux fait boucher les entonnoirs au fur et à mesure que l'eau se retire, il obtient ainsi un relèvement momentané; mais, le 5 juin, l'eau n'atteint même plus le pied de la digue.

» Le niveau de l'eau de la petite source des marnes vertes, située à l'aval de la digue, s'est relevé de $1^{m},30$.

» *Du* 6 *au* 7 *juin*, on arrête l'écoulement; le bassin se vide complétement.

» *Du* 8 *au* 10 *juin*, écoulement de 250 litres par seconde; l'eau remonte à l'altitude 73,40.

» *Du* 11 *au* 19 *juin*, arrêt d'eau, le bassin se vide.

» *Du* 20 *au* 28 *juin*, écoulement de 250 litres d'eau par seconde; l'eau remonte à l'altitude 73,30.

» *Du* 29 *juin au* 1er *juillet*, arrêt d'eau, le bassin se vide.

» *Du* 2 *au* 4 *juillet*, la bonde de décharge débite 400 litres par seconde; l'eau atteint son niveau maximum $73^{m},87$; le niveau de la source s'élève à $1^{m},50$ au-dessus du plan d'eau ordinaire, la superficie du petit lac est alors de $1^{hect},24$.

» *Du* 5 *au* 8 *juillet*, arrêt d'eau; le bassin se vide, le niveau de la source s'abaisse de $0^{m},80$.

» Pendant l'expérience, il est sorti de l'aqueduc les volumes d'eau suivants :

Du 15 mai au 5 juin inclus	453 600	mètres cubes.
Du 8 au 10 juin	67 800	»
Du 20 au 28 juin	194 400	»
Du 2 au 4 juillet	106 680	»
Total en 36 jours	822 480	mètres cubes.

» La surface du petit lac a été au plus de $1^{hect},24$, et en moyenne n'a pas dépassé 1 hectare.

» Le volume d'eau débité par jour a été :

Au minimum, de	21 600 mètres cubes.
Au maximum, de........................	34 560 »
En moyenne, de........................	22 846 »

» Le petit lac a donc absorbé au maximum

$$\frac{34\,560}{12\,400} = 2^{mc},79,$$

et en moyenne

$$\frac{22\,846}{10\,000} = 2^{mc},28,$$

par jour et par mètre carré.

» La plus grande absorption par heure a été $\frac{2,79}{24} = 0^{mc},12$ par mètre carré, ce qui représente plus du double du produit des plus grandes averses connues dans le bassin de la Seine; ainsi qu'on l'a exposé ci-dessus, ces averses ne donnent pas plus de 5 centimètres de hauteur d'eau par heure.

» La hauteur totale d'eau qui a été absorbée par mètre carré dans les trente-six jours a été de $2^{m},28 \times 36 = 82^{m},08$.

» Dès que l'écoulement cessait, le lac tombait à sec. C'est encore un fait caractéristique : j'ai signalé, dans mon Ouvrage, plusieurs rivières, telles que le Serein, la Seine, l'Ource, etc., qui tarissent dans les étés secs en traversant la grande oolithe, terrain très-perméable; elles tarissent bien réellement, car il ne reste plus d'eau dans leurs lits. D'autres, l'Armançon par exemple, cessent de couler, faute d'alimentation, dans les argiles imperméables de l'Auxois, mais ne tarissent pas : les parties profondes, les fosses restent remplies d'eau.

» Cette grande expérience, la seule qui, jusqu'ici, ait été faite dans les conditions indiquées ci-dessus, prouve donc que nos décharges fonctionneront bien et que nos petits bassins de sable suffiront pour absorber l'eau de l'aqueduc lorsqu'il sera nécessaire de le vider, sans qu'on ouvre des lits de ruisseaux en aval.

» Mais notre expérience prouve encore autre chose.

» Peut-être décidera-t-elle nos confrères à tenir plus de compte qu'ils ne l'ont fait jusqu'ici de la perméabilité des terrains lorsqu'ils ont à construire des canaux et surtout des réservoirs. On a construit de grands réservoirs qui n'ont jamais pu tenir l'eau, et l'alimentation de certains canaux a exigé dix fois plus d'eau qu'on ne l'avait prévu.

» Elle prouve encore qu'il est impossible d'arroser régulièrement les

terrains perméables sur la pente des coteaux ou sur les plateaux, et par conséquent d'y créer des prairies naturelles. Cette culture, dans ces terrains, est nécessairement resserrée, comme je l'ai écrit bien souvent, au bord des rares cours d'eau qui sillonnent ces terrains arides.

» Je dois encore faire remarquer que toutes les formations sablonneuses ne sont pas perméables. Dans le bassin de la Seine, deux de ces formations, les sables de Fontainebleau et de Beauchamp sont très-franchement perméables. Les sables du terrain crétacé inférieur, au contraire, sont assez imperméables pour qu'on puisse y créer partout d'excellentes prairies.

» La plupart de ceux qui ont écrit sur l'Agriculture ont négligé cette importante propriété du sol. Ainsi presque tous admettent qu'avec un litre d'eau par seconde, coulant d'une manière continue, pendant la saison des irrigations, on arrose convenablement 1 hectare de prairie. Avec un litre d'eau par seconde, on n'arroserait pas plus de 36 mètres carrés des sablons de la forêt de Fontainebleau. D'excellentes prairies, les herbages du pays de Bray et de la vallée d'Auge, dans les sables argileux du terrain crétacé inférieur, n'exigent aucune irrigation. »

HYDRAULIQUE. — *Expériences sur le mouvement de la houle produite dans un canal factice, et faisant monter l'eau le long d'une plage inclinée à une hauteur sensiblement constante;* par M. A. DE CALIGNY.

« Les expériences, objet de cette Note, sont au nombre de celles qui peuvent servir à montrer combien il est utile, pour l'étude des ondes, d'isoler au besoin chaque phénomène dans un canal factice, même après les avoir étudiées dans la nature en liberté, quand elles ont été produites par le vent, soit dans la mer, soit dans une très-grande pièce d'eau.

» On peut voir dans les *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, des 6 janvier et 17 février de cette année, ce que j'ai dit sur les mouvements alternatifs des vagues le long d'une plage inclinée, successivement recouverte et abandonnée par des lames formées chacune d'un certain nombre de vagues. Ce phénomène dépendant des causes alternatives qui soulèvent les ondes, celles-ci devraient arriver toujours, quand elles ne se brisent pas, à des hauteurs sensiblement constantes sur une plage inclinée, dans le cas où la force qui les produit serait elle-même assez sensiblement constante, je veux dire assez régulière si elle est alternative. Or c'est ce qu'il est facile de vérifier dans un canal factice, quand on y a disposé une surface convenablement inclinée, dépassant assez le niveau de

l'eau tranquille pour que les vagues ne se jettent pas au delà de cette surface.

» Pour faire cette expérience, il suffit de prendre une sorte de baquet dont les bords soient assez élevés pour être toujours au-dessus de l'eau. Avant de commencer l'expérience, on a soin de tenir ce baquet en repos et pénétrant assez au-dessous du niveau de l'eau, de manière que la première onde ne provienne pas d'un *enfoncement* qui serait évidemment une cause de translation, en avant, vers la surface inclinée.

» Quand on a produit ainsi, par un mouvement de va-et-vient vertical qu'il est facile de rendre convenablement régulier, un assez grand nombre d'ondes, formées d'intumescences et de creux, on observe la hauteur à laquelle l'eau s'élève sur le plan incliné formant une sorte de plage. Après avoir noté le niveau auquel se tenait l'eau tranquille, le long de ce plan incliné, on remarque la hauteur assez sensiblement constante qui y est atteinte au-dessus du niveau dont il s'agit. Ce niveau doit être d'ailleurs d'autant plus dépassé que les ondes sont produites par un mouvement de va-et-vient plus puissant.

» Il est bien essentiel de remarquer que dans cette Note on ne considère que des ondes dites *courantes* résultant d'un mouvement de va-et-vient le plus rigoureusement vertical possible. Si l'on produisait des ondes dites *solitaires* ou de *translation*, les phénomènes seraient très-différents. Aussi j'ai déjà dit qu'il fallait prendre les précautions nécessaires pour ne point produire des ondes de cette espèce, en faisant les expériences objet de cette Note. Quand on produit d'ailleurs un assez grand nombre de vagues, il est facile de tenir compte des petites irrégularités pouvant provenir d'une distraction de la personne qui tient le baquet.

» On évitait de produire un mouvement de va-et-vient assez fort pour faire briser les ondes, comme le feraient les vagues naturelles d'une certaine hauteur agissant sur les plages inclinées de manière à faire alternativement abandonner un certain espace. La surface envahie, au-dessus du niveau de l'eau tranquille, était bien toujours recouverte de liquide, parce que les ondes, ainsi que je l'ai dit ci-dessus, étaient disposées de manière à ne pas *se briser*.

» Ce qui précède montre bien déjà que l'on peut, dans un canal factice, produire un phénomène analogue à celui que M. Cialdi appelle *flot courant;* mais le cas n'est point évidemment le même que sur une plage plus ou moins ondulée, où les vagues peuvent donner lieu à des courants de diverses espèces, résultant de la configuration de cette plage.

» Il est clair que, surtout quand les vagues sont produites au moyen d'un baquet d'une section assez grande par rapport à celle du canal factice, les courants sont nécessairement rétrogrades au fond de l'eau, si ceux de la surface sont dans le sens apparent du mouvement des ondes. C'est, en effet, ce qui est arrivé, lorsqu'on a répandu de la sciure de bois sur l'eau recouvrant la surface inclinée qui représente la plage.

» Après un certain nombre de périodes du jeu du baquet précité, cette sciure a été repoussée jusqu'au bord de la plage, ce qui est un indice de courants supérieurs réels. Mais, les vagues arrivant toujours assez sensiblement à la même hauteur sur le plan incliné à partir de l'époque où, les oscillations étant déjà assez nombreuses, le phénomène est bien régulier, on peut en conclure que, s'il y a un courant réel à la surface, puisqu'il ne fait pas dépasser une certaine hauteur sur la plage, il est accompagné d'un mouvement de recul sur le fond ; c'est en effet ce qui a lieu d'une manière très-facile à constater par les mouvements rétrogrades des petits corps répandus sur le fond, je veux dire le long de la planche inclinée.

» Cet ensemble de phénomènes permet de faire des études intéressantes, même au moyen d'un canal factice d'une assez petite longueur, parce que les ondes, tout en ne se brisant pas, se trouvent modifiées par le plan incliné, de manière à permettre d'en produire d'une extrémité du canal un nombre *indéfini* dont le mouvement apparent, considéré quant à la surface, se propage dans le même sens.

» Tout le monde connaît les effets de l'ascension alternative de vagues qui se brisent aux bords d'une plage inclinée en abandonnant successivement une portion de la surface de cette plage. Ce phénomène est précisément un de ceux qui, jetant du trouble dans les moyens d'observation, montrent combien il est utile de faire des études sur des canaux factices, où l'on est maître de graduer les causes du mouvement, de manière à produire des ondes qui, ne se brisant pas, ne laissent aucun doute sérieux sur l'étendue de la plage envahie par les *coups de bélier* de la houle. Il est d'ailleurs facile, au moyen d'un très-court apprentissage, de produire une véritable houle purgée d'ondes dites *solitaires* ou de *translation.* On conçoit que, s'il y avait des ondes de cette dernière espèce, il n'y aurait rien d'étonnant à ce que des hauteurs beaucoup plus grandes fussent atteintes le long du plan incliné ; mais je ne saurais trop répéter qu'il ne s'agit ici que de bien fixer les idées sur les effets des ondes dites *courantes* le long d'un plan incliné.

» Si même avec un canal beaucoup plus long il n'y avait pas de plage

inclinée, les ondes venant alors se réfléchir contre des surfaces verticales, aux extrémités du canal, on ne pourrait plus faire d'expériences que sur un nombre d'ondes *courantes* très-limité, parce qu'elles finiraient par produire le phénomène connu sous le nom de *clapotage*, où les vagues n'ont même plus un mouvement de translation apparente, mais se balancent les unes contre les autres par un véritable siphonnement.

» Je me propose de multiplier prochainement ces expériences au moyen d'un canal factice beaucoup plus long, parce qu'il faut tenir compte des phénomènes de progression à la surface, et de recul au fond de l'eau, qui, jusqu'à une certaine distance de l'origine du mouvement, se présentent, même abstraction faite de l'existence d'une plage inclinée, comme celle dont je viens de parler. J'ai fait à ce sujet, en 1858, des expériences dont on peut voir le résumé dans le *Compte rendu* de la séance de l'Académie des Sciences du 24 juin 1861, et sur lesquelles j'ai donné des détails dans le *Journal de Mathématiques*, de M. Liouville, en 1866, t. XI, 2e série. Je vais donc seulement, pour fixer les idées, donner quelques chiffres relativement aux nouvelles expériences que je viens de faire.

» Une planche de 60 centimètres de large et de $4^{m},50$ de long a été disposée, sous divers angles, dans un canal factice un peu plus large, c'est-à-dire de manière qu'elle pût y être solidement attachée, latéralement, par des petits coins de bois, afin de simuler successivement des plages d'inclinaisons diverses.

» Cette planche a été posée successivement à diverses places, dans un canal factice, de $12^{m},60$ de long. Pendant qu'on produisait des ondes au moyen de l'émersion et de l'immersion alternative d'un grand baquet, ayant un mouvement de va-et-vient vertical régulier, un autre observateur notait la hauteur sensiblement constante à laquelle les ondes s'élevaient sans se briser au-dessus de la ligne de niveau de l'eau, qui était tranquille avant le commencement de chaque expérience.

» Il est clair que plus la plage est inclinée dans des limites convenables, plus, pour une même hauteur atteinte par les ondes, au-dessus du niveau de l'eau tranquille, l'espace parcouru au-dessus de ce niveau et constamment recouvert de liquide sera considérable.

» Dans ces expériences provisoires, la surface supérieure de la planche, formée de plusieurs autres réunies au-dessous par des traverses en bois, n'était ni assez plane, ni assez polie pour qu'on pût considérer les résultats obtenus comme rigoureux, d'autant plus que la section du canal factice n'étant pas tout à fait horizontale sur le fond, cette planche, du côté où

elle touchait le fond de l'eau, n'y était pas fixée d'une façon assez régulière; l'axe du canal n'était pas non plus assez horizontal. Je m'étais, en un mot, servi des moyens provisoires qu'on avait bien voulu mettre à ma disposition dans une des casernes de Versailles; il y avait environ $5\frac{1}{2}$ centimètres de différence de niveau sur le fond du canal d'une extrémité à l'autre.

» Il n'était pas nécessaire que la planche fût près d'une des extrémités du canal pour que l'on observât facilement la constance sensible de la hauteur obtenue le long du plan incliné par les vagues précitées; mais pour isoler, autant que possible, le phénomène de ceux qui se présenteraient, même dans une partie horizontale du canal, j'ai surtout étudié les ondes au moyen du mouvement de va-et-vient du baquet oscillant à 6 mètres environ de l'origine de la plage inclinée.

» L'inclinaison de la planche étant d'environ $8^{c},5$ pour ses $4^{m},50$ de long, l'épaisseur de cette planche étant d'environ 2 centimètres, le niveau de l'eau tranquille étant au moins à la moitié de la longueur de la planche, les vagues produites par le mouvement de va-et-vient vertical du baquet à l'autre extrémité du canal arrivaient le long de la planche à une distance d'au moins 30 centimètres de la ligne de l'eau tranquille avant le commencement de l'expérience. Cette distance diminuait, comme cela doit être, quand on relevait davantage l'extrémité supérieure de la planche; mais elle était toujours notable dans les limites de ces observations.

» Je me borne à cette indication sommaire, les expériences ayant été faites au moyen d'un nombre de périodes du mouvement alternatif du baquet, variant de cinquante à cent. J'espère pouvoir varier prochainement ces expériences dans un port de mer; mais il m'a semblé utile de fixer dès aujourd'hui les idées sur le sens, bien prononcé, des résultats qui déjà peuvent être utiles pour mieux étudier des idées de M. le capitaine de vaisseau Cialdi.

» M. le capitaine de vaisseau Lartigue, quand je lui ai communiqué la plus essentielle de ces expériences, m'a autorisé à annoncer que, d'après de nombreuses observations inédites, faites par lui dans ses voyages, le niveau de la mer s'est trouvé, en effet, plus élevé sur des plages inclinées, quand il y avait des vagues, qu'il ne l'était à une certaine distance des côtes, et que cela confirme bien les idées et observations, objet de cette Note.

» D'après ce que m'a dit M. Lartigue, il a observé des courants qui, selon lui, ne pourraient être expliqués sans un exhaussement du niveau de la mer le long de certaines plages inclinées; il s'agit donc d'une conclusion et

non d'un résultat de mesures directes. On voit combien il était intéressant d'isoler le phénomène dans un canal factice. Quant aux courants rétrogrades, dont j'ai parlé ci-dessus, outre qu'ils peuvent provenir en partie des phénomènes qui se présentent à une certaine distance de l'origine du mouvement oscillatoire, même abstraction faite de tout plan incliné, ils rentrent évidemment dans les phénomènes dits de *ressac*, résultant de la percussion sur la plage; mais il était bien essentiel de constater, par des expériences d'une extrême simplicité, que tout le monde peut vérifier, le fait de l'exhaussement continué indéfiniment jusqu'à une hauteur sensiblement constante, c'est-à-dire, du moins très-peu variable, dépendant de la force d'une longue série d'ondes régulières. Cet exhaussement de l'eau sur des plages inclinée est une preuve de plus à l'appui de diverses idées sur le *flot courant*, ainsi que du mode d'action des vagues entre les digues convergentes proposées par M. Cialdi pour s'opposer aux ensablements des ports-chenaux, aucune cause de *ressac* ne se trouvant à la sortie de son espèce d'entonnoir. »

« M. **Daubrée** annonce avoir reçu de M. Nordenskiöld une Lettre que ce savant a écrite en mars, de Mossel-Bay, sous la latitude de 79°54′ nord, où l'expédition a passé tout l'hiver. Cette Lettre est arrivée à Tromsoë, d'où elle a été expédiée le 7 de ce mois par les voies ordinaires. Elle est par conséquent antérieure de plus de trois mois à la dépêche télégraphique qui figure au *Compte rendu* du 7 juillet (p. 32).

» Des faits nouveaux et intéressants, relatifs à la Physique du globe, à la Météorologie ainsi qu'à la vie animale et végétale ont été observés pendant cet hivernage; aussi je demande à l'Académie d'en signaler sommairement les principaux par un extrait de cette Lettre de M. Nordenskiöld :

» Dans ma dernière Lettre, adressée de Mossel-Bay, que je vous expédiai au moyen de baleiniers, je vous ai raconté comment, après quatre tentatives faites dans le mois d'août pour forcer les glaces et rejoindre l'île Parry, une des Sept-Iles, je fus forcé, par l'état vraiment extraordinaire des glaces pendant l'été de 1872, de m'arrêter ici. Deux de nos navires, qui devaient partir le 15 septembre pour l'Europe, furent prématurément enfermés dans les glaces, que de violents coups de vent du nord-ouest amoncelèrent devant notre port au milieu de septembre, tandis que dans les années ordinaires la côte nord du Spitzberghen reste ouverte à la navigation et est fréquentée par les baleiniers norvégiens jusqu'à la moitié d'octobre. Dans la seconde quinzaine de septembre 1872 et en octobre, la mer, aussi loin que s'étendait la vue, était complétement couverte de glaces, sans qu'on aperçût la moindre flaque d'eau. Cette fin du mois de septembre fut extraordinairement froide et faisait sup-

poser que l'hiver serait très-rigoureux, ce qui ne s'est point vérifié, comme le montre le tableau de nos moyennes mensuelles, que je joins ici :

	Moyenne.	Maximum.	Minimum.
	oC	oC	oC
Septembre............	— 6,7	— 2,4	— 29,2
Octobre..............	— 12,63	— 0,6	— 27,2
Novembre............	— 8,19	+ 2,6	— 19,5
Décembre............	— 14,46	— 3,4	— 26,6
Janvier..............	— 9,92	+ 3,6	— 32,4
Février..............	— 22,7	+ 1,6	— 38,2

» Excepté février, qui fut rigoureux, le reste de l'hiver ne fut pas plus froid ici qu'au nord de la Suède et même dans sa partie moyenne.

» Du commencement de septembre à la fin de février on n'a point remarqué de variations horaires dans la température de l'air : on pouvait le prévoir, puisque le Soleil se couche le 20 octobre pour ne se lever que le 21 février, si l'on tient compte de la réfraction astronomique. Au contraire, de très-rapides changements de température sont produits dans les différents vents; de fortes tempêtes sont fréquentes pendant l'hiver.

» Le nord de Wyde-Bay, à l'ouest de notre port, devint libre, sous l'influence des vents du sud, au commencement de novembre. De cette époque jusqu'au commencement de février, on voyait toujours de grands espaces de mer ouverts, et notre port fut même plusieurs fois débloqué pour geler de nouveau quelques jours après. A la fin de janvier, deux des navires de l'expédition avaient l'intention de saisir une de ces occasions pour retourner, et le navire *Polhem* devait, avec moi, son chef, M. Palander, lieutenant de la Marine royale suédoise, et M. Parent, lieutenant de la Marine italienne, attaché à notre expédition sur la demande de son Gouvernement, se diriger vers le Nord pour reconnaître les limites et l'état des glaces; mais une violente tempête s'éleva, et le départ fut non-seulement suspendu, mais nos trois navires furent sur le point d'être jetés à la côte. Un deux talonna même sur les rochers et cassa son gouvernail. Ces navires ne durent leur salut qu'à de grandes masses de glaces que le vent dériva dans notre port, et qui s'y gelèrent instantanément, formant une couche d'épaisseur en général très-grande, dont l'énorme résistance préserva nos navires des efforts de la tempête.

» Quelques jours après, cette glace, qui semblait si forte, se brisait et disparaissait, comme par enchantement, sous l'action d'un vent modéré. Mais, en même temps, la température s'abaissait beaucoup, et la mer se couvrait entièrement d'une couche de glace nouvelle dans laquelle nous sommes enfermés, et qui s'ouvrira, au plus tard, en avril ou mai.

» Pendant tout l'hiver on a fait des séries horaires, non-seulement sur les instruments météorologiques, mais aussi sur les trois éléments du magnétisme avec d'excellents appareils de Lamont. En outre, le 1er et le 15 de chaque mois, les observations furent faites de cinq en cinq minutes d'accord avec le cabinet de physique de l'Université d'Upsal; j'espère que ces observations seront très-intéressantes pour le magnétisme terrestre et pour les relations entre le magnétisme et les aurores boréales.

» M. le lieutenant de vaisseau Parent et M. le Dr Wykander se sont occupés de l'étude de l'aurore et de son spectre, et, avec un excellent appareil spectrale du baron Wrede, ont déterminé sept lignes spectrales différentes, qui selon l'observation de M. Wy-

kander sont identiquement le spectre de la partie inférieure de la flamme d'une bougie ou d'une lampe à pétrole (spectre de Morren). Cette observation semble indiquer qu'il pourrait exister une certaine relation entre les aurores boréales et la chute de poussière cosmique, contenant carbone, hydrogène, fer métallique, etc., qui tombe avec la neige et dont je vous ai parlé dans ma dernière Lettre. Cette dernière supposition donne peut-être la clef des anomalies observées dans les spectres d'aurores en différents lieux et temps, si l'on suppose que la poussière cosmique qui tombe et qui brûle par la décharge électrique est différente comme le sont elles-mêmes les météorites. Pendant l'hiver, l'aurore fut presque permanente pour nous avec les vents du sud, mais pas aussi intense que celles qui se montrent dans les contrées moins avancées vers le nord.

» Beaucoup d'autres recherches ont été faites, notamment sur l'électricité atmosphérique, sur la réfraction atmosphérique à une température de — 37 degrés C. avec un cercle méridien transportable de Repsold, appartenant à l'Académie de Stockholm; sur les marées, ainsi que sur la Botanique et la Zoologie. Je vais ajouter quelques mots sur ces dernières.

» Un botaniste d'Upsal, M. le Dr Kjellman, avait été attaché à l'expédition seulement pour l'été, et il devait partir avant l'hiver, puisqu'il semblait que, pendant l'hiver. sous le 80e degré de latitude, un botaniste aurait une vraie sinécure. Enfermé avec nous et malgré lui, M. Kjellman doit à cette circonstance l'observation d'un des faits les plus importants acquis par notre expédition. Chaque jour, pendant tout l'hiver, on a dragué, soit sous la glace, soit dans la mer ouverte, lorsque cela était possible. Ces draguages ont toujours apporté de grandes quantités d'Algues qui furent minutieusement examinées par M. Kjellman très-versé depuis longtemps dans cette famille importante des végétaux. Cet examen a prouvé que la vie des Algues, soit en matière quantitative, soit en matière qualitative, n'a pas été diminuée par les ténèbres et le froid arctique d'une nuit de quatre mois. Au contraire, la végétation des Algues semble dans ces conditions atteindre son maximum; ainsi la fructification se montre alors dans beaucoup d'Algues qui, pendant l'été, paraissent stériles. De cette observation, M. Kjellman conclut que les Algues peuvent vivre sans lumière et à une température de — 2 degrés C. Ce fait est en opposition avec les principes actuels de la Physiologie végétale; mais il explique beaucoup de faits inattendus de la distribution géographique. Dans nos expéditions précédentes, nous avions recueilli dans les mers du Spitzberghen cinquante et une espèces d'Algues dont trente-sept espèces se sont retrouvées ici, en complet développement, pendant l'hiver. Parmi les Algues, je citerai la *Laminaria saccharina*, qui arrive à plus de six mètres de longueur. Pour nous convaincre qu'il ne pouvait se trouver au fond de la mer des sources de lumière non appréciables pour nous, M. le Dr Enwall a fait des essais photographiques et il a trouvé qu'une plaque sensibilisée déposée pendant douze heures sur le fond de la mer n'éprouvait aucun changement.

» On a fait aussi de riches collections d'animaux marins; la vie animale au fond de la mer continue également pendant l'hiver et, pour quelques familles, atteint alors son plus grand développement. J'espère que les collections, examinées avec soin, donneront des résultats importants sur la vie des animaux sans vertèbre.

» Il semble même que de petits animaux, qui dans leur corps ne peuvent avoir une source de chaleur qui élève sensiblement leur température au-dessus du milieu qui les entoure, peuvent vivre encore à — 10 degrés C. et peut-être plus bas.

» Pendant la nuit d'hiver, en marchant près de la côte, entre la basse et la haute mer, on

laisse, par chaque pas, sur la neige une trace lumineuse très-intense, d'un blanc bleuâtre, que votre sympathique compatriote Bellot, si malheureusement enlevé aux Sciences, avait déjà remarquée dans son premier voyage arctique, mais que, n'ayant pas les moyens de l'examiner, il attribuait à la décomposition des substances animales. Cette lumière est due à des milliers de petits crustacés pour lesquels la neige humectée d'eau salée semble être la station favorite. Nous avons observé de ces petits crustacés à une température de — 10 degrés C. A cette température, les pas humains, ainsi que tous les corps traînés sur la glace humectée par l'eau de mer, laissent une longue empreinte qui, à part le côté scientifique, est d'un aspect magique. Par un contraste frappant, la seule trace de lumière est donnée par le linceul glacial qui couvre la nature pour quatre mois.

» Tous les animaux terrestres de ces régions semblent disparus pendant l'hiver et l'on ne peut même, alors, plus trouver le seul oiseau qui ne les abandonne pas, le *Lagopus hyperboreus*, observé scientifiquement et dessiné pour la première fois par la Commission scientifique française du Nord avec la corvette *la Recherche*.

» Grâce à notre excellente maison, notre hiver s'est passé très-bien et sans accidents graves.... »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre libre, en remplacement de feu M. *de Verneuil*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 60,

M. de Lesseps obtient	33	suffrages.
M. Bréguet	24	»
MM. Du Moncel, Jacqmin, Sédillot, chacun.	1	»

M. DE LESSEPS, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

VITICULTURE. — *Note sur l'identité du* Phylloxera *des feuilles et de celui des racines*. Extrait d'une Lettre de M. MAX. CORNU à M. Dumas.

(Renvoi à la Commission du *Phylloxera*.)

« ..... Le 6 juillet dernier, j'ai placé dans un vase à fleurs renfermant une bouture bien enracinée de chasselas, entre les parois et la terre, deux portions de feuilles d'une vigne américaine, présentant des galles produites par le *Phylloxera*. Il s'agissait de résoudre la question suivante, encore contestée : le *Phylloxera* des feuilles des vignes américaines, qui y produit

des galles, est-il réellement de la même espèce que celui qui vit sur les racines?

La ressemblance extérieure est très-grande; cependant, la seconde forme présente, à l'époque de la ponte, des tubercules noirs sur le dos, tandis que la première en est dépourvue constamment. La cohabitation, sur le même végétal, de pucerons distincts, quoique assez voisins et très-semblables au premier coup d'œil, doit mettre en garde contre une confusion d'espèces. D'autre part, des sortes de générations alternantes se rencontrent, chez les kermès, qui permettent de ne pas considérer comme invraisemblable l'identité spécifique des deux formes. L'une et l'autre des opinions ont leurs partisans.

» Les galles que j'avais mises en expérience étaient remplies d'œufs; deux jeunes seulement, vivants et agiles, y furent observés à l'instant où les portions de feuilles furent placées dans la terre.

» Le 16 juillet, après dix jours seulement, je constate des renflements nettement caractérisés sur les radicelles. Chacun de ces renflements, en général en forme de crochet, présente, à sa surface concave, des *Phylloxera*, au nombre de cinq ou six au moins, très-petits encore, et étroitement appliqués sur le tissu hypertrophié de la radicelle.

» De ce fait, on peut tirer les conclusions suivantes :

» 1° Le *Phylloxera* des feuilles peut, non-seulement vivre sur les grosses racines des vignes d'Europe (*vitis vinifera*), ainsi que M. Planchon l'a montré il y a déjà quelque temps, mais il peut encore se fixer étroitement sur les radicelles et y déterminer des renflements identiques à ceux qui sont déterminés par le *Phylloxera* des racines, renflements destinés à périr à la fin de l'été et qui sont la cause de l'affaiblissement et du dépérissement des vignes. Les deux formes se comportent donc de même vis-à-vis des radicelles. Il reste cependant à s'assurer que, dans ces conditions, l'insecte foliicole transporté sur les racines s'y développe normalement, acquiert les tubercules caractéristiques et pond des œufs nombreux.

» 2° Il suffit de dix jours au plus pour que les renflements se montrent (il faut en effet déduire le temps nécessaire à l'éclosion des œufs); mais, dans cette saison et sur les feuilles où furent prises les galles, cette période ne dépassa guère un jour ou deux; les renflements des radicelles et leur influence sur la marche de la végétation doivent se faire remarquer une dizaine de jours après le réveil du *Phylloxera*. Permettez-moi de rapprocher de ces conclusions un passage de la Lettre que j'avais l'honneur de vous écrire de Montpellier, le 26 avril dernier.

« Je ne dois pas passer sous silence un fait assez important. L'influence du *Phylloxera* ne se faisait pas sentir avant cette semaine : le 15 avril, au Mas de las Serres, toute la vigne présentait le même aspect (c'était l'époque à laquelle on observait dans l'Hérault le réveil du *Phylloxera*). Depuis quatre à cinq jours, il n'en est plus ainsi : les deux taches primitives où les *Phylloxera* se montraient particulièrement nombreux l'an dernier sont facilement visibles aujourd'hui ; les jeunes sarments, au lieu d'avoir en moyenne 30 à 40 centimètres, n'ont en ces points que 10 ou 15 centimètres; l'œil le moins exercé aperçoit du premier coup la différence. Entre les vignes entièrement saines et celles qui sont un peu attaquées, cette différence de développement ne s'accuse pas encore, mais elle apparaîtra probablement un peu plus tard, à mesure que la végétation deviendra plus avancée. »

» 3° Nous avons maintenant des données numériques qui faisaient jusqu'ici entièrement défaut sur le temps exigé par le développement des renflements radicellaires. Notons, en outre, la différence notable de proportion entre l'insecte et les effets qu'il produit, différence fréquente du reste dans la nature. Les radicelles qui se sont renflées étaient très-belles et très-vigoureuses, quoique courtes et d'un diamètre supérieur à 1 millimètre ; les jeunes *Phylloxera* qui ont produit l'hypertrophie ont une taille à peine supérieure à $0^{mm},2$.

» Les galles et les œufs qu'elles contenaient étaient situés à plusieurs centimètres des radicelles ; il paraît qu'après leur naissance les jeunes se sont dirigés vers les racines, peut-être parce qu'ils ne trouvaient pas de feuilles jeunes à leur portée. La pérégrination *possible* des insectes des feuilles aux racines, pérégrination dont on a parlé souvent sans aucune preuve, se trouve ainsi directement démontrée.

» Ajoutons que ce fait n'a d'ailleurs qu'une importance uniquement théorique; les vignes américaines, qui présentent seules, ou presque seules, des galles phylloxériennes, sont en infime minorité dans nos cultures; il y a même de vastes régions où elles manquent entièrement.

» J'ai tenté de transporter le *Phylloxera* des galles sur les feuilles d'une vigne indigène, sur le chasselas, ainsi que l'a déjà fait M. le Dr Ligneret. Une vingtaine d'œufs furent déposés, le 6 juillet, sur un bourgeon très-tardif et à peine débourré; le surlendemain au matin, c'est-à-dire après un jour et demi, tous les œufs étaient éclos; j'ai pu voir les jeunes agiles se débattre au milieu de la bourre brune des feuilles jeunes. Aujourd'hui les feuilles les plus avancées n'ont pas 1 centimètre de longueur, aucune galle ne se montre. Cet insuccès tient peut-être à la trop grande jeunesse du bourgeon sur lequel j'ai opéré.

» M. Balbiani (qui m'autorise à signaler les résultats qu'il a obtenus) a été plus heureux : il a transporté des jeunes sur un bourgeon en pleine voie

de développement et a vu déjà, après *quatre jours* seulement, des galles grosses de 1 millimètre; les jeunes insectes s'y développaient très-bien et même avec une grande rapidité, car plusieurs d'entre eux avaient déjà subi *deux* mues. Cette observation est très-importante : outre la vérification de la présence des galles sur les cépages indigènes où elles sont très-rares, elle fournit des données sur la durée du développement des galles, et surtout sur l'intervalle des mues du *Phylloxera*. Ces données faisaient entièrement défaut jusqu'ici.

» Ces galles sont, non pas surélevées, munies de côtes comme celles que produisent certains cépages américains, mais hémisphériques, un peu déprimées, mamelonnées, et elles paraissent devoir être, à la maturité, très-semblables à celles que j'ai pu observer l'an dernier chez M. Laliman sur le *malbec,* cépage du Bordelais. »

VITICULTURE. — *Sur quelques matières propres à la destruction du* Phylloxera. Note de M. PETIT. (Extrait.)

(Renvoi à la Commission du *Phylloxera*.)

« ..... J'ai découvert dans la Chimie industrielle trois agents capables, par des emplois réitérés, de produire la destruction du *Phylloxera :*

» 1° Le goudron, tel qu'on l'obtient par la distillation de la houille;

» 2° L'eau ammoniacale, telle qu'elle se produit dans les usines à gaz où l'on n'extrait pas l'ammoniaque;

» 3° La chaux sortant fraîchement des épurateurs à gaz, ou conservée dans des caisses.

» Au mois de février dernier, après de nombreuses expériences faites dans des bocaux de verre, je décidai un de mes amis, propriétaire de vignobles à Congeniès (Gard), à expérimenter ces matières sur une assez grande échelle; je fis faire l'opération au milieu des souches les plus fortement atteintes depuis l'année dernière, situées à mi-coteau, dans un terrain calcaire.

» *Première opération.* — On découvre les racines principales, et suivant la force, l'âge, la constitution du sujet, on verse 1 à 1 $\frac{1}{2}$ kilogramme de goudron sur les 2, 3, 4 racines, ou bien on divise en 3 ou 4 parties le goudron et on le verse entre les racines, ce qui forme un flocon assez gros, que l'on couvre aussitôt d'une première couche de terre.

» 2° On verse 2 litres d'eau ammoniacale autour de la souche sur la direction des racines.

» 3° On tamise aussi régulièrement que possible 1 $\frac{1}{2}$ à 2 kilogrammes de chaux fraîche des épurateurs à gaz, sur un rayon de 35 centimètres autour de la souche, et *l'on a soin de*

la couvrir parfaitement avec le surplus de la terre; autrement l'odeur flétrirait les feuilles, si l'opération venait à se pratiquer en mai ou juin.

» 300 souches environ, de différents cépages, ont subi ce traitement. Toutes les autres alentour, au nombre de plus de 10000, sont actuellement sèches et perdues.

» Le propriétaire n'avait pas voulu en traiter davantage. Aujourd'hui il a pleine confiance dans le résultat.

» Le 2 juin dernier, j'allai visiter ces 300 pieds de souches : je les trouvai sains, vigoureux et robustes, tous chargés de pampres comme dans les plus belles années de production.

» Je fis découvrir les racines de quelques souches du milieu : il n'y avait plus de *Phylloxera,* les racines étaient brunes, saines et avaient réparé les attaques du suceur. Le goudron, réuni en flocons, avait *conservé toute son odeur,* il semblait *fraîchement posé.*

» J'allai plus au bord, pour voir si les souches limitrophes étaient dans le même état. Sur les grosses et moyennes racines, il n'y avait plus de *Phylloxera;* seulement les plus petites, touchant aux radicelles, en conservaient quelques-uns, mais très-rares. Avec la loupe, je constatai qu'au lieu d'être d'un jaune clair brillant, ils étaient devenus d'un brun trouble (comme autrefois les graines malades du vers à soie, sauf la couleur), offrant des signes visibles de décomposition, donnant sur le papier blanc une liqueur jaunâtre sombre.

» Une observation essentielle, c'est que toutes ces souches avaient produit de nouvelles racines, généralement verticales, à l'opposé du goudron; lorsque le goudron en avait imprégné le dessus, elles jetaient des pousses en dessous.... »

M. J. Penart adresse un Mémoire concernant un instrument propre à déterminer la richesse alcoolique de liquides non sucrés.

(Commissaires : MM. Boussingault, Balard, Cahours.)

M. Mathey adresse un certain nombre de documents complémentaires de ses Communications relatives à l'application de la force du vent à la vapeur.

(Renvoi à la Commission du prix Plumey.)

M. T. Héna adresse une Note complémentaire sur « les coprolithes du diluvium de Saint-Brieuc ».

(Commissaires précédemment nommés : MM. Delafosse, Daubrée, Des Cloizeaux.)

M. A. Brachet adresse deux Notes relatives à une nouvelle lampe électrique, destinée à éclairer sous l'eau.

(Renvoi à la Commission du prix Trémont.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Agriculture et du Commerce** adresse, pour la bibliothèque de l'Institut, les nos 9, 10 et 11 du Catalogue des Brevets d'invention pris en 1872, et le tome LXXIX du Recueil des Brevets.

M. le **Directeur général des Douanes** adresse, pour la bibliothèque de l'Institut, le Tableau général des mouvements du cabotage en 1870, qui forme la suite et le complément du Tableau général du commerce de la France pendant la même année.

M. **Carpenter**, nommé Correspondant pour la Section d'Anatomie et Zoologie, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Les Mémoires de M. *Graeff* « sur le mouvement des eaux dans les réservoirs à alimentation variable, et sur l'action que la digue du Pinay exerce sur les crues de la Loire à Roanne » (Renvoi à la Commission du prix Dalmont);

2° Un Mémoire de M. *Ch. Antoine*, intitulé « Du roulis par calme; amplitude des oscillations successives;

3° Un ouvrage de M. *Ed. Lambert*, intitulé « Nouveau guide du géologue; géologie générale de la France, suivi d'un Appendice sur la géologie des principales contrées de l'Europe ».

M. T. **Husnot** adresse, pour la bibliothèque de l'Institut, le 8e fascicule de sa collection des Mousses de France.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Nouvelles observations spectrales, en désaccord avec quelques-unes des théories émises sur les taches solaires.* Note de M. **Tacchini.**

« Palerme, 11 juillet 1873.

» Dans ma dernière Note, à propos du spectre métallique observé le matin du 23 juin, j'annonçais à l'Académie que, dans la matinée suivante, une tache ou une facule devait se présenter dans le point où l'on avait ob-

servé ce spectre. En effet, le matin du 24, j'ai trouvé en ce point précis une belle facule très-vive et compacte, de la forme indiquée par la *fig.* 2; mais ce n'est pas là ce qui me paraît le plus intéressant, car cette coïncidence a déjà été souvent constatée d'une manière évidente. Le véritable intérêt consistait à suivre la facule pour vérifier si, dans son milieu ou tout près d'elle, quelque tache ou trou noir se présenterait. J'ai donc suivi avec soin cette facule : je n'ai vu se produire en ce point aucune tache ni aucun trou pendant la demi-rotation.

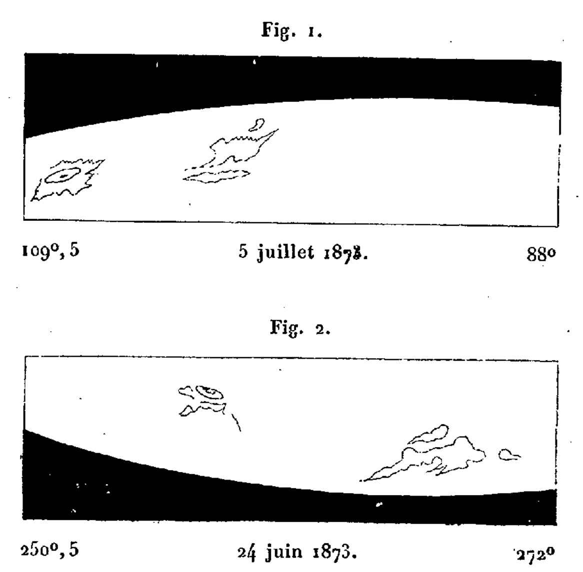


Fig. 1.

109°,5 5 juillet 1873. 88°

Fig. 2.

250°,5 24 juin 1873. 272°

» Supposant que la facule pouvait se maintenir pendant plusieurs jours, je m'attendais à la voir au bord occidental vers le 6 juillet. En effet, le matin du 5, la facule était déjà visible à une distance du bord telle qu'elle dût parvenir sur le bord même dans la matinée suivante : sa forme était alors celle de la *fig.* 1. Le jour suivant, j'ai répété l'observation spectrale du bord, et j'ai trouvé, à la place de la facule, un spectre métallique identique à celui que la facule avait présenté le matin du 23 juin, c'est-à-dire à l'époque de son apparition sur le disque. Nous sommes donc ici en présence d'un spectre métallique, ou d'une éruption solaire, qui persiste inaltérée pendant une demi-rotation sans présenter ni tache ni trou noir. Une observation aussi complète augmente pour moi les difficultés que présentent les théories du P. Secchi et de M. Faye sur la formation des taches.

» Le P. Secchi considère les taches solaires comme le produit des éruptions qui transportent les vapeurs métalliques en haut, vapeurs qui,

en se refroidissant, retombent sur le Soleil en produisant les taches. A chaque éruption devraient donc toujours se former des taches, ce qui est en désaccord avec une éruption métallique de quatorze jours sans tache. Le P. Secchi pourrait peut-être dire que les vapeurs ont été, dans ce cas, transportées et dispersées très-loin; mais, quant à la théorie de M. Faye, je crois très-difficile de pouvoir concilier mes observations avec les propositions qu'il a émises et qu'il soutient encore. En effet, les vraies éruptions solaires, pour l'illustre académicien, n'existent pas, et dans le catalogue des hypothèses qui, selon lui, doivent disparaître définitivement (*Comptes rendus*, 1872, t. LXXV, p. 1672), on trouve celle des éruptions internes perçant la photosphère et donnant naissance aux taches. Selon M. Faye, aucune éruption n'est donc possible à la surface du Soleil, et si nous observons des phénomènes qui ont les caractères d'éruptions, cela est dû à une circulation d'hydrogène, conséquence des tourbillons qui se formeraient à la surface du Soleil; de manière que l'hydrogène transporté au fond de la tache, qui n'est, selon lui, autre chose qu'un tourbillon, remonterait autour de la tache en transportant d'autres matériaux, et donnant ainsi naissance à une série de jets métalliques autour de la tache et au-dessus de la chromosphère. En conséquence, l'observation d'un spectre métallique ne serait possible que dans le cas d'un tourbillon, c'est-à-dire d'une tache solaire. Mon observation prouve le contraire, et cela pendant l'espace d'une demi-rotation solaire.

» Mais j'ai encore d'autres observations à communiquer, qui conduisent aux mêmes conclusions.

» Le matin du 5 juillet, j'avais observé un autre spectre métallique, correspondant à des facules qui s'étaient formées en avant de celle du 24 juin. Alors j'ai soupçonné qu'au lieu d'une éruption limitée on pouvait s'attendre à voir une région éruptive très-étendue, et c'est ce que l'observation a confirmé complétement.

» Le 7 juillet, j'ai trouvé le spectre métallique étendu sur 24 degrés du bord, avec le sodium dans la partie centrale, et sans la présence d'aucune tache. Le jour suivant, l'éruption s'étendait sur 48 degrés du bord; il y avait alors des taches sur cette partie du bord, mais elles étaient limitées à 8 degrés, tandis que les 40 autres degrés offraient les caractères d'éruption, sans taches.

» A la place précise de la tache la plus belle, j'ai pu observer un spectre métallique vraiment extraordinaire : trente-quatre raies se montraient ren-

versées, et dix-sept d'entre elles étaient comprises entre la raie b et la raie 5404 d'Angström; à certains instants, toutes les lignes de cet intervalle semblaient renversées. Avant-hier, l'éruption continuait encore, mais elle ne s'étendait plus que sur 36 degrés du bord : hier, elle comprenait 30 degrés; enfin, ce matin, il n'y avait de spectre métallique que sur trois points; il était faible et l'on n'observait toujours pas de taches. Les détails de toutes ces observations seront donnés dans un prochain numéro des *Memorie*, avec les figures relatives. Pour aujourd'hui, je me contente d'annoncer à l'Académie le fait que j'ai observé, savoir, dans une région solaire, une éruption s'étendant presque sur 50 degrés en latitude, et qui a employé sept jours pour se terminer. Tandis qu'un phénomène aussi extraordinaire se produisait, sur une étendue aussi énorme, le magnésium et la raie 1474 de Kirchhoff étaient visibles sur le bord entier du Soleil. Voilà donc un mouvement général dans les couches supérieures du Soleil, indépendant du mouvement de rotation de l'astre, puisque le Soleil tourne toujours de la même manière. »

ANALYSE. — *Sur la constante d'Euler et la fonction de Binet;* par M. E. CATALAN. (Extrait.)

« **1.** Soit

$$(1)\qquad \frac{1}{\mu}+\frac{1}{\mu+1}+\ldots+\frac{1}{\mu+n-1}=l(\mu+n-1)+\varphi(n,\mu)+C_\mu,$$

μ étant une quantité positive, et la fonction $\varphi(n,\mu)$ s'annulant pour n infini. Quant à la constante C_μ, définie par l'égalité

$$(2)\qquad C_\mu=\lim\left[\frac{1}{\mu}+\frac{1}{\mu+1}+\ldots+\frac{1}{\mu+n-1}-l(\mu+n-1)\right],$$

elle se réduit à la *constante d'Euler* C, si $\mu=1$.

» **2.** D'après l'équation (1),

$$(3)\qquad C_\mu=\int_0^1\left[\frac{x^{\mu-1}}{1-x}+\frac{1}{l(x)}\right]dx,$$

$$(4)\qquad \varphi(n,\mu)=-\int_0^1\left[\frac{x}{1-x}+\frac{1}{l(x)}\right]x^{\mu+n-2}\,dx,$$

$$(5)\qquad C_1-C_\mu=C-C_\mu=\int_0^1\frac{1-x^{\mu-1}}{1-x}\,dx.$$

» D'ailleurs (*),

$$(6)\qquad C + \frac{d.l\Gamma(\mu)}{d\mu} = \int_0^1 \frac{1 - x^{\mu-1}}{1 - x}\,dx;$$

donc

$$(7)\qquad C_\mu = -\frac{d.l\Gamma(\mu)}{d\mu}.$$

» Ainsi la *constante* C_μ, considérée comme *fonction* du paramètre μ, est une transcendante connue. Si μ est commensurable, $C - C_\mu$ est exprimable sous forme finie : en particulier, $C - C_2 = 1, \ldots$

» 3. Dans la Note citée, j'ai prouvé que

$$(8)\qquad \int_0^1 \frac{dx}{1+x}\left[x^{2\mu} + x^{4\mu} + x^{8\mu} + \ldots\right] + \int_0^1 \left[\frac{x}{1-x} + \frac{1}{l(x)}\right] x^{\mu-1}\,dx = 0,$$

si μ est un *nombre entier*. Par une démonstration très-simple, on établit la *généralité* de cette équation. En conséquence, et *pour toutes les valeurs positives de* μ,

$$(9)\qquad \varphi(n, \mu) = \int_0^1 \frac{dx}{1+x}\left[x^{2(\mu+n-1)} + x^{4(\mu+n-1)} + x^{8(\mu+n-1)} + \ldots\right].$$

» 4. Prenons la formule connue

$$(10)\qquad l\Gamma(\mu) = \left(\mu - \frac{1}{2}\right) l(\mu) - \mu + \frac{1}{2} l(2\pi) + \varpi(\mu),$$

dans laquelle $\varpi(\mu)$ est la *fonction de Binet*, savoir :

$$(11)\qquad \varpi(\mu) = \int_0^\infty \left(\frac{1}{e^x - 1} - \frac{1}{x} + \frac{1}{2}\right) \frac{e^{-\mu x}}{x}\,dx.$$

Il en résulte, à cause des relations (7) et (8),

$$(12)\qquad C_\mu = \frac{1}{2\mu} - \varpi'(\mu),$$

$$(13)\qquad \begin{cases} \varpi'(\mu) = -\dfrac{1}{2\mu} - \displaystyle\int_0^\infty \left(\frac{1}{e^x - 1} - \frac{1}{x}\right) e^{-\mu x}\,dx \\ \qquad = -\dfrac{1}{2\mu} + \displaystyle\int_0^1 \frac{dx}{1+x}\left(x^{2\mu} + x^{4\mu} + x^{8\mu} + \ldots\right); \end{cases}$$

(*) *Voir*, par exemple, *Note sur une formule de M. Botesu* (*Bulletins de l'Académie de Belgique*, juillet et novembre 1872).

puis

$$(14)\qquad C_\mu = \frac{1}{\mu} - \int_0^1 \frac{dx}{1+x}(x^{2\mu} + x^{4\mu} + x^{8\mu} + \ldots);$$

et, en particulier (*),

$$(15)\qquad C_1 = C = 1 - \int_0^1 \frac{dx}{1+x}(x^2 + x^4 + x^8 + \ldots).$$

» **5.** Connaissant $\varpi'(\mu)$, on trouve, par un calcul que je suis forcé de supprimer (**),

$$(16)\qquad \varpi(\mu) = -\frac{1}{2}l(2\mu\pi) - \int_0^1 \frac{dx}{(1+x)\,l(x)}\left(\frac{1-x^{2\mu}}{2} + \frac{1-x^{4\mu}}{4} + \frac{1-x^{8\mu}}{8} + \cdots\right),$$

$$(17)\qquad l\Gamma(\mu) = (\mu-1)\,l(\mu) - \mu - \int_0^1 \frac{dx}{(1+x)\,l(x)}\left(\frac{1-x^{2\mu}}{2} + \frac{1-x^{4\mu}}{4} + \frac{1-x^{8\mu}}{8} + \cdots\right),$$

$$(18)\qquad -\int_0^1 \frac{dx}{(1+x)\,l(x)}\left(\frac{1-x^2}{2} + \frac{1-x^4}{4} + \frac{1-x^8}{8} + \cdots\right) = 1.$$

» **6.** La dernière formule équivaut à celle-ci :

$$e = \left[\frac{\sqrt{\pi}\,\Gamma(2)}{\Gamma\left(\frac{3}{2}\right)}\right]^{\frac{1}{2}} \left[\frac{\sqrt{\pi}\,\Gamma(3)}{\Gamma\left(\frac{5}{2}\right)}\right]^{\frac{1}{4}} \left[\frac{\sqrt{\pi}\,\Gamma(5)}{\Gamma\left(\frac{9}{2}\right)}\right]^{\frac{1}{8}} \left[\frac{\sqrt{\pi}\,\Gamma(9)}{\Gamma\left(\frac{17}{2}\right)}\right]^{\frac{1}{16}} \cdots;$$

d'où l'on tire ce développement curieux

$$(19)\qquad e = \frac{2}{1}\left(\frac{4}{3}\right)^{\frac{1}{2}}\left(\frac{6.8}{5.7}\right)^{\frac{1}{4}}\left(\frac{10.12.14.16}{9.11.13.15}\right)^{\frac{1}{8}}\cdots.$$

» **7.** Si l'on suppose

$$(20)\qquad P_\mu = \left[\frac{\Gamma(\mu+1)}{\Gamma\left(\mu+\frac{1}{2}\right)}\right]^{\frac{1}{2}} \left[\frac{\Gamma(2\mu+1)}{\Gamma\left(2\mu+\frac{1}{2}\right)}\right]^{\frac{1}{4}} \left[\frac{\Gamma(4\mu+1)}{\Gamma\left(4\mu+\frac{1}{2}\right)}\right]^{\frac{1}{8}} \cdots,$$

on trouve

$$(21)\qquad \Gamma(\mu+1) = \mu^\mu e^{-\mu}\sqrt{\pi}\,P_\mu,$$

$$(22)\qquad \begin{cases} \Gamma(n+1) = n^n e^{-n}\sqrt{2n}\left[\frac{2}{1}\cdot\frac{2}{3}\cdot\frac{4}{3}\cdot\frac{4}{5}\cdots\frac{2n-2}{2n-3}\,\frac{2n-2}{2n-1}\right]^{\frac{1}{2}} \\ \qquad\left[\frac{2n}{2n-1}\,\frac{2n+2}{2n+1}\cdots\frac{4n}{4n-1}\right]^{\frac{1}{2}}\left[\frac{4n+2}{4n+1}\cdots\frac{8n}{8n-1}\right]^{\frac{1}{4}}\cdots(^{***}); \end{cases}$$

(*) *Note sur une formule de M. Botesu.*

(**) Dans un Mémoire remarquable, encore inédit, M. Ph. Gilbert a donné une *infinité de séries* propres à représenter la fonction de Binet.

(***) De cette relation (22), on peut déduire le *développement* de e^n en *produit indéfini*.

et, comme $\Gamma(n+1) = n^n e^{-n}\sqrt{2\pi n}(1+\varepsilon_n)$,

$$(23)\quad \begin{cases} 1+\varepsilon_n = \dfrac{1}{\sqrt{\pi}}\left[\dfrac{2}{1}\cdot\dfrac{2}{3}\cdot\dfrac{4}{3}\cdots\dfrac{2n-2}{2n-3}\,\dfrac{2n-2}{2n-1}\right]^2 \\ \left[\dfrac{2n}{2n-1}\,\dfrac{2n+2}{2n+1}\cdots\dfrac{4n}{4n-1}\right]^{\frac{1}{2}}\left[\dfrac{4n+2}{4n+1}\cdots\dfrac{8n}{8n-1}\right]^{\frac{1}{4}}\cdots \end{cases}$$

Cette quantité est le *terme complémentaire* de la formule de Stirling, c'est-à-dire la fonction qui a pour développement, en *série divergente*,

$$\frac{B_1}{1.2.n} + \frac{B_3}{3.4.n^3} + \frac{B_5}{5.6.n^5} + \cdots.$$

» 8. Pour terminer, citons encore ces résultats, peut-être connus,

$$(24)\qquad \lim \frac{\Gamma\left(\mu+\frac{1}{2}\right)\Gamma\left(2\mu+\frac{1}{2}\right)}{\Gamma(\mu+1)\Gamma(2\mu)} = \sqrt{2};$$

$$(25)\qquad \frac{\pi}{2\sqrt{2}} = \frac{4}{3}\cdot\frac{4}{5}\cdot\frac{8}{7}\cdot\frac{8}{9}\cdot\frac{12}{11}\cdot\frac{12}{13}\cdots,$$

$$(26)\qquad \sqrt{2} = \frac{2}{1}\cdot\frac{2}{3}\cdot\frac{6}{5}\cdot\frac{6}{7}\cdot\frac{10}{9}\cdot\frac{10}{11}\cdot\frac{14}{13}\cdot\frac{14}{15}\cdots. \text{ »}$$

PHYSIQUE. — *Recherches sur la condensation électrique ;* Note de M. V. **Neyreneuf**, présentée par M. Edm. Becquerel.

« Dans les différentes circonstances de son emploi, un condensateur à lame de verre est un véritable électrophore agissant par ses deux faces, pouvant donner à volonté de l'électricité, soit positive, soit négative, ou les deux électricités à la fois. On vérifie facilement qu'il en est ainsi : 1° dans la décharge par contacts successifs : si l'on écarte, en effet, brusquement le plateau que l'on vient de toucher, on le trouve chargé, et chargé d'une électricité contraire à celle qui produisait la divergence du pendule ; 2° dans la décharge instantanée : l'écart des deux plateaux après la production de l'étincelle va mettre en évidence sur ces deux plateaux des électricités contraires à celles qu'ils manifestaient d'abord ; 3° par le long emploi que l'on peut faire, quand le condensateur est *déchargé*, de la lame de verre comme électrophore.

» Les quantités d'électricité obtenues dans les trois cas que je viens de signaler sont considérables et peuvent produire de fortes divergences des pendules à moelle de sureau et des étincelles qui dépassent souvent en

longueur 1 centimètre. Il est commode de faire usage, pour obtenir les meilleurs effets, du condensateur à lame de verre verticale.

» On se rend compte des phénomènes ordinaires de la condensation en attribuant à la lame isolante un rôle exclusif dans leur production. Une seule difficulté peut se présenter à l'esprit relativement à l'électricité libre que renferme toujours l'un des plateaux; mais on doit remarquer : 1° que cette électricité est en quantité peu considérable, comme on peut le constater en écartant le plateau sur lequel elle se trouve; 2° que dans l'expérience de la bouteille de Leyde à armures mobiles, où l'on ne garde que les deux électricités accumulées sur les deux faces de la lame isolante, on reproduit les principales circonstances de la condensation; 3° que l'on peut, sans modification sensible, donner au moyen d'une machine de Holtz de l'électricité libre aux deux plateaux à la fois.

» Toutes les substances solides isolantes se prêtent comme le verre aux expériences indiquées plus haut. On remarque néanmoins, en comparant leurs effets, que les uns sont plus propres à former des condensateurs, d'autres des électrophores. La gutta-percha est le type de ces dernières; un plateau de cette substance (j'ai vérifié le fait sur quatre échantillons différents), qui fonctionne si bien comme électrophore, ne donne pas d'étincelle avec l'excitateur, pour les charges les plus prolongées.

» L'étude de l'électrophore se trouve reliée, comme on le voit, à l'étude du condensateur. Un électroscope à décharges de M. Gaugain, sans résistance à vaincre par le fluide électrique et dans lequel les feuilles d'or sont remplacées par une mince feuille d'étain, mis en communication avec le plateau mobile de l'électrophore, permet d'évaluer la charge de ce plateau sans que l'on ait de déperdition à craindre. Si l'on soulève en effet ce plateau, les décharges successives vont se produire, au fur et à mesure que de l'électricité deviendra libre par la variation de distance à la lame isolante, et l'on ne devra se préoccuper que de la régularité du mouvement de la lame d'étain.

» Un électrophore ordinaire de 1 centimètre d'épaisseur, chargé avec une peau de chat, manifeste d'abord un affaiblissement rapide, puis arrive à un état de charge qui peut rester constant pendant quatre heures consécutives, pourvu que son emploi ne soit pas continu.

» Avec un électrophore *condensateur*, pour lequel le contact est intime et l'épaisseur bien moindre, l'affaiblissement est continu, sauf pour des charges très-faibles.

» Ce résultat ne peut se constater qu'avec certaines substances et à partir

d'une certaine limite de charge, car avec le verre et le caoutchouc durci se produisent des décharges spontanées sans qu'on soulève le plateau mobile. Ces décharges, de signe contraire aux décharges électrophoriques, sont dues à la même cause qui produit les résidus. La gutta-percha ne donne jamais de décharges spontanées.

» En général, et dans le cas d'un contact intime, plus les décharges spontanées sont nombreuses, moins on observe de décharges électrophoriques.

» La charge totale d'une lame isolante évaluée par la somme des deux sortes de décharges dépend sans doute de la charge du condensateur évaluée au moyen d'une bouteille de Lane, mais est surtout fonction du temps pendant lequel la communication avec la machine a été établie. Ce fait oblige à examiner l'influence réciproque de la lame isolante de la source d'électricité : je reviendrai bientôt sur ce point important. On peut conclure dès maintenant :

» 1° Que la constance de charge de l'électrophore ordinaire provient de l'imperfection du contact;

» 2° Que l'emploi du plan d'épreuve est complétement défectueux pour des recherches quantitatives et même qualitatives d'électrisation d'une lame isolante ;

» 3° Que l'emploi de l'électroscope à feuilles d'or exige de grandes précautions, à cause de l'état variable qui se produit toujours par suite du fonctionnement, comme électrophore, de la lame isolante d'un condensateur ;

» 4° Qu'un électrophore installé dans les meilleures conditions théoriques ne donnerait presque aucun effet, à cause de l'antagonisme des décharges spontanées et de celles obtenues par le fonctionnement ordinaire de l'appareil. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Étude de la nitrification dans les sols;* par M. Th. Schlœsing.

« La nitrification de la terre arable, l'un des phénomènes les plus importants pour l'Agriculture, est encore aujourd'hui, après les recherches nombreuses dont elle a été l'objet, un sujet d'études fécond. Ses conditions indispensables sont connues, savoir, une matière azotée qui subit la combustion lente, une aération suffisante, une base carbonatée, certains degrés d'humidité et de chaleur; mais on ignore les relations qui existent

entre la nitrification et chacune de ces conditions, et l'on ne peut expliquer, encore moins prévoir les variations considérables que la production du nitre éprouve dans des circonstances diverses. Sans me dissimuler combien des recherches propres à éclaircir ce sujet exigent de temps et de travail, je les ai entreprises depuis quatre ans, et j'ai institué un grand nombre d'expériences dans lesquelles je me suis efforcé de reproduire les conditions naturelles de la nitrification.

» Celles-ci peuvent être classées en plusieurs catégories :

» *Conditions propres au sol :* composition minérale et propriétés physiques qui en résultent; nature et proportion des principes salins solubles ou insolubles; nature et quantité des matières organiques; degrés d'ameublissement; culture;

» *Conditions résultant des rapports du sol avec l'atmosphère :* humidité; proportion d'oxygène et d'acide carbonique dans l'atmosphère confinée dans le sol; échanges de gaz entre le sol et l'air;

» *Conditions purement physiques :* chaleur, lumière, électricité.

» Pour étudier l'influence de chaque condition, il faut suivre la méthode laborieuse, mais sûre, qui consiste à instituer les expériences par séries; dans chaque série on fait varier la condition étudiée, toutes les autres demeurant égales. L'application de cette méthode à la nitrification rencontre tout d'abord un premier obstacle : l'atmosphère confinée dans un sol est constamment modifiée par la matière organique; si donc on veut être assuré que l'atmosphère est la même dans toutes les expériences d'une même série, il faut absolument la renouveler souvent, pour pouvoir la considérer comme constante. De là des manipulations continuelles qui lasseraient l'opérateur le plus persévérant, et qu'il est indispensable de confier à des mécanismes chargés de former et distribuer des mélanges d'air, d'azote, d'acide carbonique représentant les atmosphères confinées.

» J'ai déjà mentionné, dans une Communication sur la dissolution du carbonate de chaux par l'acide carbonique (*Comptes rendus,* 24 juin 1872), des appareils qui m'ont permis de produire avec continuité des mélanges constants d'acide carbonique et d'air; ceux qui me servent à étudier la nitrification sont du même genre : des tourniquets hydrauliques distribuent de l'eau, dans des rapports constants, à de petits appareils de verre très-simples, qui, par le moyen de l'eau, aspirent, mesurent et renvoient, les uns de l'air puisé hors du laboratoire, d'autres de l'acide carbonique, d'autres de l'azote. Les gaz isolés, ou réunis deux à deux, ou tous trois, passent dans des flacons récepteurs et de là dans les sols.

» Grâce à ces dispositions automatiques, j'ai pu obtenir un certain

nombre de résultats que je commence aujourd'hui à soumettre à l'Académie.

Influence de la proportion d'oxygène dans l'atmosphère confinée.

» *Première série d'expériences.* — Cinq lots de 2 kilogrammes d'une terre calcaire ont été placés dans de grandes allonges de verre, à la température ambiante. Toutes choses étaient égales, sauf la composition des atmosphères, qui étaient des mélanges d'air et d'azote renfermant, en volumes,

	I.	II.	III.	IV.	V.
Oxygène.....	1,5 p. 100	6 p. 100	11 p. 100	16 p. 100	21 p. 100

Humidité de la terre, 15,9 pour 100;

Composition minérale : argile, 14,6 pour 100; calcaire fin, 19,5; sable siliceux, 48; sable calcaire, 17,7;

Taux d'azote dans la terre humide, 0,263 pour 100.

» C'est une terre fertile, riche en principes humiques.

» Avant d'être admises dans les terres, les atmosphères passaient sur des réactifs alcalins et acides, pour être dépouillées de toute trace d'acide carbonique et d'ammoniaque. L'élimination de l'acide carbonique devait permettre de mesurer, par des dosages de cet acide à la sortie des terres, la combustion de la matière organique; l'élimination de l'ammoniaque supprimait l'objection consistant à attribuer à l'oxydation de cet alcali une partie du nitre produit.

» Les expériences ont duré du 5 juillet au 7 novembre 1872.

» Les dosages d'acide carbonique dans les atmosphères expulsées des terres ont donné, dans les mois de juillet et d'août, pendant que la température variait entre 21 et 29 degrés, les moyennes suivantes :

	I.	II.	III.	IV.	V.
Température moyenne...........	24°,3	24°	23°,1	24°,2	25°,2
Moyenne de l'acide carbonique formé en 24 heures, dans 1^{kg} de terre...	10^{mg},4	16^{mg},6	16^{mg},1	15^{mg},1	19^{mg}

» La combustion de la matière organique dans les quatre derniers lots semble presque indépendante de la proportion d'oxygène dans les atmosphères; et dans le lot I, où cette proportion tombe à 1 $\frac{1}{2}$ pour 100, la combustion atteint encore les soixante centièmes de ce qu'elle est dans les autres lots. Ainsi la combustion lente des matières organiques des sols présente, dans ses rapports avec l'atmosphère confinée, une différence complète avec la combustion vive que nous sommes habitués à envisager,

et dont l'activité est proportionnée au renouvellement de l'atmosphère comburante et à sa richesse en oxygène.

» Les dosages d'acide carbonique faits en septembre et octobre, à des températures comprises entre 14 et 18 degrés, donnent lieu à la même remarque; ils montrent de plus que la température a une influence considérable sur la combustion lente, ainsi qu'on devait s'y attendre. En effet, la production de l'acide carbonique, à la température moyenne de 16 degrés, n'a été que la moitié de la production à 24 degrés.

» Voici maintenant les résultats des dosages d'acide nitrique rapportés à 1 kilogramme de terre humide :

	I.	II.	III.	IV.	V.
Au 7 novembre 1872	151,8 mg	201,8 mg	238,6 mg	352,7 mg	268,7 mg
Au 5 juillet 1872	106,1	106,1	106,1	106,1	106,1
Acide nitrique formé	45,7	95,7	132,5	246,6	162,6

» La quantité d'acide formé croît de I à IV et décroît en V : il est probable qu'au moment de la prise d'échantillon il y a eu transposition d'étiquettes entre les échantillons des lots IV et V. Quoi qu'il en soit, la production du nitre parait ici dépendre de la proportion d'oxygène dans l'atmosphère confinée; mais on remarquera qu'elle est encore très-notable quand l'oxygène descend à 1,5 pour 100, et il me sera permis de conclure de cette première série d'expériences que la *combustion de la matière organique et la nitrification ont continué dans mes sols et s'y sont montrés très-sensibles, lors même que la proportion d'oxygène confiné est devenue très-faible.*

» C'est un résultat sur lequel j'appuierai plus tard des conclusions intéressantes.

» *Deuxième série d'expériences.* — Elle ne diffère de la première qu'en deux points : d'abord l'humidité de la terre a été portée au maximum d'imbibition, 24 pour 100; ensuite on n'a admis dans le lot I que de l'azote pur. Du reste, la terre a été prélevée au même endroit de mon champ, et les lots II, III, IV et V ont reçu des atmosphères contenant 6, 11, 16, 21 pour 100 d'oxygène.

» Les expériences ont duré du 18 novembre 1872 au 3 juillet 1873. Les dosages d'acide carbonique faits en novembre et décembre ont donné :

	I.	II.	III.	IV.	V.
Température moyenne	14°,3	14°,5	15°	16°,1	14°,2
Acide carbonique formé en vingt-quatre heures dans 1kg de terre.	9mg,03	15mg,9	16mg,0	16mg,6	16mg,0

» La combustion lente se montre encore indépendante de la proportion d'oxygène, dans les quatre derniers lots. Dans le premier, l'acide carbonique produit ne peut être attribué qu'à une combustion qui se fait aux dépens de l'oxygène propre de la matière ou de celui de corps minéraux réductibles. L'excès d'humidité favorise la combustion lente, car j'obtiens dans la seconde série, à une température de 14 degrés seulement, autant d'acide carbonique que dans la première, où la température s'élevait à 24 degrés.

Dosage de l'acide nitrique.

	I.	II.	III.	IV.	V.
Au 3 juillet 1873	00mg	263mg	286mg	267mg	289mg
Au 18 novembre 1872	64	64	64	64	64
Acide nitrique disparu	64				
Acide nitrique formé		199	222	203	225

» Dans le premier lot, l'acide nitrique préexistant a été détruit en entier, sans doute sous l'action réductrice de la matière organique. Dans les autres, la nitrification a été à peu près égale, comme si l'abondance d'eau dans la terre avait fait disparaître l'influence de la proportion d'oxygène reconnue dans la première série des expériences. Mais, à part cette différence entre les résultats des deux séries, l'une et l'autre mènent à la même conclusion, savoir, que la combustion de la matière organique et la nitrification, même dans une terre imbibée d'eau à saturation, sont encore actives lors même que l'atmosphère confinée est fort appauvrie en oxygène. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une combinaison d'acide picrique et d'anhydride acétique*. Note de MM. **D. Tommasi** et **H. David**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« Lorsqu'on fait agir l'acide acétique anhydre sur l'acide picrique, on obtient un composé ayant pour formule $\left.\begin{matrix} C^6H^2(AzO^2)^3 \\ C^2H^3O \end{matrix}\right\} O$, que l'on peut considérer comme étant un picrate dans lequel l'atome de métal aurait été remplacé par de l'acétyle. Pour préparer le picrate d'acétyle, on chauffe dans un appareil à reflux, pendant deux heures, 1 partie d'acide picrique et 4 parties d'anhydride acétique. On obtient ainsi un liquide parfaitement clair, très-peu coloré en jaune, qui renferme le picrate d'acétyle dissous dans un excès d'acide acétique anhydre. Pour isoler le picrate, on verse la solution acétique dans l'eau qui décompose et dissout immédiatement l'anhy-

dride acétique et laisse le picrate d'acétyle sous forme d'une poudre blanche cristalline et légèrement jaunâtre. Cette poudre est lavée rapidement à l'eau, puis recueillie sur une toile et exprimée à la presse. Ce picrate d'acétyle est ensuite desséché complétement dans le vide.

» Ce produit prend naissance en vertu de l'équation suivante :

$$\left.\begin{matrix} C^6H^2(AzO^2)^3 \\ H \end{matrix}\right\} O + \left.\begin{matrix} C^2H^3O \\ C^2H^3O \end{matrix}\right\} O = \left.\begin{matrix} C^6H^2(AzO^2)^3 \\ C^2H^3O \end{matrix}\right\} O + \left.\begin{matrix} C^2H^3O \\ H \end{matrix}\right\} O.$$

» Le picrate d'acétyle fond entre 75 et 76 degrés en une huile d'un jaune pâle; à 120 degrés, il commence à se décomposer en dégageant des vapeurs d'acide acétique; vers 180 degrés, il brunit et se décompose complétement à 260 degrés en laissant un résidu charbonneux. L'éther, l'alcool, l'éther acétique, les acides sulfurique, azotique et chlorhydrique le dissolvent aisément à chaud. Le picrate d'acétyle exposé au contact de l'air se colore, au bout de quelques heures, en jaune, par suite d'une décomposition partielle; cette décomposition s'effectue plus rapidement au contact de l'eau. Les solutions alcalines le dédoublent immédiatement à froid en acide acétique et en acide picrique

$$\left.\begin{matrix} C^6H^2(AzO^2)^3 \\ C^2H^3O \end{matrix}\right\} O + 2\left.\begin{matrix} K \\ H \end{matrix}\right\} O = \left.\begin{matrix} C^6H^2(AzO^2)^3 \\ K \end{matrix}\right\} O + \left.\begin{matrix} C^2H^3O \\ K \end{matrix}\right\} O + \left.\begin{matrix} H \\ H \end{matrix}\right\} O.$$

» Lorsqu'on dissout le picrate d'acétyle dans l'éther anhydre, et que l'on évapore la solution dans le vide, on obtient de jolis cristaux d'un jaune foncé.

» Le picrate d'acétyle ne détone pas par le choc; mais, mêlé à du chlorate de potasse, il produit une explosion très-violente. Chauffé sur une lame de platine, il brûle avec une flamme très-éclairante.

» L'analyse de ce composé nous a donné les résultats suivants :

	Calculé ($C^8H^5Az^3O^8$).	Trouvé. I.	Trouvé.
Carbone.........	35,42	35,39	35,41
Hydrogène.......	1,84	2,02	2,10
Azote...........	15,49	14,91	»
Oxygène.........	47,23	»	»

» Ces recherches ont été faites à la Sorbonne, au laboratoire de Chimie de M. Schützenberger. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *L'acide pyrogallique en présence de l'acide iodique.* Note de M. **Jacquemin.**

« L'histoire des transformations de l'acide pyrogallique sous l'influence des agents oxydants, devenue plus nette à la suite de la découverte de la purpurogalline faite par M. A. Girard, s'est augmentée de résultats nouveaux, obtenus dans ces derniers temps par M. Struve (Munich, 2 mars 1872). L'Académie voudra bien accueillir avec indulgence un nouvel exemple du même genre, qui se recommande par quelques applications à l'analyse.

» Tous les acides réductibles ne jouissent pas, comme ceux du manganèse et du chrome, de la propriété de modifier profondément l'acide pyrogallique ou pyrogallol. Ainsi l'acide azotique pur, l'eau régale étendue de 2 volumes d'eau, l'acide arsénique, n'agissent pas sur des solutions d'acide pyrogallique au vingtième.

» L'acide iodique, au contraire, libre ou combiné, se comporte avec beaucoup d'énergie, et brunit instantanément des solutions pyrogalliques au deux-cent-cinquantième, et même plus étendues.

» Il était présumable que les acides du même groupe sériaire, bromique et chlorique, agiraient d'autant mieux que l'iode semble avoir plus d'affinité pour l'oxygène, puisqu'il l'enlève à l'acide chlorique. L'expérience n'a pas confirmé ces prévisions.

» Ainsi le chlorate de potasse, dissous dans l'eau, est sans effet, même après addition d'acide azotique, et l'acide chlorique, étendu de 3 ou 4 volumes d'eau, n'agit pas davantage. Seul l'acide chlorique, concentré au point de déterminer la combustion du papier, brunit la solution assez concentrée de pyrogallol, mais avec moins d'énergie que l'acide iodique en dissolution au deux-cent-cinquantième. Le bromate de potasse, lui aussi, reste inerte, tandis que des traces d'iodate suffisent pour amener une réaction bien tranchée.

» L'acide pyrogallique pourra donc être employé avantageusement comme réactif pour déceler, dans certains cas, la présence de l'acide iodique, ou pour servir de caractère complémentaire de cet acide, car, 1 centimètre cube d'eau renfermant un dixième de milligramme d'acide iodique, je m'en suis assuré à l'aide d'une liqueur titrée, fournit encore une réaction très-nette. Lorsque l'eau ne renferme plus qu'un centième de milligramme d'acide iodique, la réaction se fait attendre.

» Le chimiste pourra donc aisément, par le pyrogallol, s'assurer de la

présence ou de l'absence de l'acide iodique dans l'acide nitrique du commerce, ou contrôler la pureté de l'acide livré comme tel.

» Le pharmacien possédera un moyen de plus de constater l'iodate de potasse dans l'iodure de potassium commercial. S'il prend la précaution de faire disparaître l'alcalinité par de l'eau gazeuse, la teinte jaune d'or pâle, que prend le produit impur, se dissipe pendant une seconde par le pyrogallol, puis renaît, s'accentue, devient jaune brun assez foncé pour peu qu'il y ait une trace d'iodate, se trouble et dépose de la purpurogalline, qui est si facile à caractériser.

» Le physiologiste arrivera peut-être par ce procédé à démontrer que l'iode pris à l'intérieur, ou qui pénètre par l'absorption cutanée, ne s'élimine pas simplement à l'état d'iodure. En effet l'iode, au contact des liquides alcalins de l'économie, doit produire de l'iodate et de l'iodure sodique; or, si l'iodate ne subit point de réduction sur son parcours, il sera possible de retrouver de l'acide iodique dans les urines. Il résulte de mes observations que l'urine normale ne se colore pas par le pyrogallol, et qu'une urine qui contient un centième de milligramme d'acide iodique par centimètre cube brunit encore, bien que lentement, par ce réactif.

» Que se passe-t-il dans le phénomène d'oxydation du pyrogallol par l'acide iodique ou par l'iodate potassique? Le liquide prend immédiatement une teinte rouge brun, foncée, couleur teinture d'iode. Il n'y a pas d'iode resté ou mis en liberté, car l'amidon qu'on y ajoute ne change pas d'aspect, et ne se colore en bleu qu'après addition d'acide nitrique nitreux : ou bien l'iode a été dissimulé par la matière organique, ou bien l'acide iodique ou l'iodate de potasse sont décomposés en iodure d'hydrogène ou iodure de potassium et oxygène.

» Un trouble se manifeste plus tard, qui augmente du jour au lendemain, sans que l'on remarque de dégagement gazeux. Le précipité recueilli sur le filtre m'a donné les caractères de la purpurogalline de M. A. Girard; lavé à l'eau distillée, puis dissous dans l'alcool, étendu d'eau, et traité par l'ammoniaque faible, il vire au vert, puis au bleu pur qui se dégrade au bout de quelques instants.

» Quant au liquide filtré, toujours très-foncé, il paraît varier de composition suivant le mode d'opérer, les proportions employées et le temps qui s'écoule entre la réaction et la séparation.

» Dans un cas, ce liquide provenant d'une oxydation par l'acide iodique m'a fourni par saturation au chlorure sodique un précipité brun noir, soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool, et présentant les caractères de

l'acide tannomélanique. En effet :

$$3C^6H^6O^3 + IHO^3 = 3C^6H^4O^3 + 3H^2O + HI.$$

» Dans un autre cas, l'oxydation avait été pratiquée par l'iodate de potasse, et, après avoir recueilli environ 25 pour 100 de purpurogalline, je n'obtins, par la saturation au chlorure de sodium, qu'un faible précipité d'un acide brun noir, soluble dans l'eau ou dans l'alcool, et une liqueur qui s'est foncée considérablement par l'ammoniaque et a donné un abondant précipité d'un sel ammoniacal noir.

» Dès que je serai parvenu à mieux saisir les différents termes de cette action chimique, je m'empresserai de les présenter à l'Académie. »

MINÉRALOGIE. — *Sur une combinaison naturelle des oxydes de fer et de cuivre, et sur la reproduction de l'atacamite.* Note de M. C. **Friedel**, présentée par M. Daubrée.

« En examinant récemment les échantillons de graphite de la collection de l'École nationale des Mines, j'ai remarqué, parmi les doubles, un morceau de petite dimension, dont les caractères m'ont paru différer un peu de ceux qui appartiennent à cette espèce minérale. Les lames cristallines, appliquées sur les deux faces d'un fragment d'argile d'un blanc jaunâtre, présentaient un éclat métallique un peu plus vif, et n'avaient pas en même temps cet aspect légèrement gras qui est propre au graphite; elles étaient aussi d'un gris un peu plus foncé. L'étiquette originale, de la main de Ravergie, portait : *Graphite sur une lithomarge blanche de Catherinebourg, Sibérie;* et au dos : *Abbé Grandidier, Saint-Pétersbourg,* 1820.

» Ayant détaché quelques fragments de la matière grise, qui tachait les doigts et traçait sur le papier à la manière du graphite, et qui se clivait facilement en lames très-minces, j'ai reconnu que cette matière était facilement soluble dans l'acide chlorhydrique, même à froid, soluble dans les acides azotique et sulfurique, et qu'elle renfermait essentiellement du cuivre et du fer à l'état d'oxydes. L'essai au chalumeau a confirmé les indications de l'essai par voie humide; la substance, assez difficilement fusible au chalumeau, colore la flamme en vert, et devient attirable à l'aimant, sur lequel elle n'a aucune action avant la calcination. Au feu de réduction, la parcelle soumise à l'essai se recouvre de cuivre métallique. Avec le borax, on obtient une perle qui, au feu d'oxydation, est d'un beau vert émeraude, et qui devient rouge-brique au feu de réduction.

» La solution chlorhydrique, étant immédiatement traitée par l'ammo-

niaque en excès, fournit un précipité d'hydrate de sesquioxyde de fer, et la liqueur, rapidement séparée de ce dernier par le filtre, est d'abord peu colorée en bleu. La couleur se fonce à l'air. Si l'on y ajoute aussitôt après la filtration de l'azotate d'argent, on voit se produire un précipité d'argent métallique d'un gris blanc, susceptible de prendre l'éclat métallique sous le brunissoir. La liqueur renfermait donc du protochlorure de cuivre.

» L'analyse a été faite sur une petite quantité de matière triée avec le plus grand soin, et qui n'a laissé, après attaque par l'acide chlorhydrique, qu'une proportion très-faible d'une matière insoluble formée évidemment de la gangue argileuse. On a trouvé :

		Oxygène.		Rapports.
Fe^2O^3.....	47,99	14,40	16,04	3
Al^2O^3.....	3,52	1,64		
Cu^2O.....	47,45	5,32		1
	98,96			

» Ces nombres s'accordent bien avec ceux exigés par la formule

$$Fe^2O^3, Cu^2O$$

qui demande $Fe^2O^3 = 52,84$, $Cu^2O = 47,16$. La petite quantité d'alumine que l'on a trouvée a été regardée comme faisant partie du minéral. On a constaté, en effet, que la gangue argileuse est inattaquable à l'acide chlorhydrique, dans les conditions où l'on a opéré, et que l'alumine ne peut pas par conséquent en provenir. En ne tenant pas compte de l'alumine, on rendrait d'ailleurs fort compliqué le rapport des quantités d'oxygène contenues dans le sesquioxyde et dans le protoxyde.

» On peut se demander si à la formule Fe^2O^3, Cu^2O il ne faudrait pas substituer cette autre plus simple : FeO, CuO, qui correspond aux mêmes rapports. L'analogie avec les nombreuses espèces de la famille des spinelles ferait déjà pencher la balance du côté de la première; la présence de l'alumine semble trancher la question en sa faveur.

» Comme confirmation de l'analyse précédente, j'ai pensé qu'il serait bon de doser l'oxygène du minéral en réduisant celui-ci au rouge dans un courant d'hydrogène. La substance a perdu, dans ces conditions, 21,76 pour 100 d'oxygène; la formule Fe^2O^3, Cu^2O exige 21,15 pour 100. La matière, après cette expérience, était devenue rouge de cuivre.

» Lorsque, au contraire, le minéral est soumis à l'action d'un courant d'oxygène au rouge, il augmente de poids et dans une proportion qui correspond à peu près à une transformation de Fe^2O^3, Cu^2O en $\frac{2}{3}(Fe^3O^4, 3CuO)$;

il devient, d'ailleurs, attirable à l'aimant, et du noir, il passe au brun rouge foncé.

» La densité du nouveau minéral a été trouvée de 5,07 à la température de 25°. Sa dureté est un peu supérieure à celle du gypse et peut être exprimée par le nombre 2,5. La poussière est d'un noir grisâtre. Quant à sa forme cristalline, en l'absence de lames terminées sur les bords, le clivage unique, très-facile, qui existe, permet seulement d'exclure le type cubique. Les lames les plus minces sont opaques.

» Ayant fait ces observations sur le petit échantillon de l'École des Mines, j'ai pu, grâce à la libéralité de M. Delafosse, examiner aussi la collection du Muséum d'Histoire naturelle, et j'y ai trouvé également, sous le nom de graphite, trois beaux échantillons de la même substance, qui m'ont permis de vérifier l'exactitude des indications précédentes. Les trois morceaux présentent la plus grande analogie avec le fragment de l'École des Mines, et deux au moins sont tellement pareils qu'on n'hésite pas à leur attribuer la même provenance; l'un des deux (34,85) porte comme nom de localité : *Amérique*. L'autre (31,42), envoyé par Ravergie, pendant son voyage en Russie, porte : *Graphite laminaire sur lithomarge, de Catherinebourg, Gouvernement de Perm*. L'authenticité de cet échantillon et la concordance des indications qu'il porte ne laissent aucun doute sur le gisement du nouveau minéral, qui a été trouvé à Catherinebourg, il y a une cinquantaine d'années, et qui ne semble plus avoir été rencontré depuis. Le troisième échantillon (2,366) du Muséum, présentant un aspect légèrement différent des autres, en ce que le minéral a formé une couche un peu plus épaisse entre les masses d'argile blanche, et en ce que les lames cristallines ne sont pas étalées à la surface de la gangue, provient de la collection de Weiss, et est catalogué avec l'indication suivante : *Wasserbley grobschuppiges (Graphit) auf und zwischen verhärteten Thon aus Böhmen*. Il est donc possible que la nouvelle substance minérale se soit aussi rencontrée en Bohême : toutefois, ce serait vers la même époque qu'on l'a recueillie dans l'Oural, ce qui semble diminuer beaucoup la probabilité de cette double origine.

» Je proposerai de désigner le nouveau minéral par le nom de *Delafossite*, en l'honneur du savant et vénérable minéralogiste dont les beaux travaux sur l'hémiédrie ont été le point de départ des découvertes de M. Pasteur.

» En dehors des spinelles, qui présentent avec la *delafossite* une analogie qui réside plutôt dans les rapports d'oxygène que dans la composition, il n'existe qu'une espèce, la *Crednerite*, qui puisse en être rapprochée. La

Crednerite est une combinaison de sesquioxyde de manganèse et de bioxyde de cuivre, à laquelle les analyses assignent une composition très-variable; elle se trouve d'ailleurs accompagnée et imprégnée d'*Hausmannite*, qu'il est impossible d'en séparer complétement. J'avais pensé qu'au lieu de bioxyde elles renferment peut-être du protoxyde de cuivre; mais les fragments, même triés avec le plus grand soin, dégagent du chlore, lorsqu'on les dissout dans l'acide chlorhydrique, ce qui ne s'accorderait pas, en supposant les fragments employés purs d'Hausmannite, avec cette supposition.

» La delafossite représente donc parmi les combinaisons naturelles et même parmi les artificielles un type nouveau.

» *Reproduction artificielle de l'atacamite.* — Dans des essais tentés pour reproduire la delafossite, et qui n'ont pas encore eu le résultat attendu, j'ai fait chauffer ensemble, à 250 degrés, dans un tube scellé, pendant dix-huit heures, une solution de perchlorure de fer et du protoxyde de cuivre. Après refroidissement du tube, j'ai trouvé que tout le fer était précipité du liquide, qui renfermait en solution un mélange de bichlorure et de protochlorure de cuivre. Le fer se trouvait à l'état de sesquioxyde mélangé avec un excès de protoxyde de cuivre non dissous, et sur les parois du tube, ou mélangés avec la poudre rouge, se trouvaient de jolis cristaux verts, brillants, ayant la forme et les caractères de l'atacamite. Ces cristaux sont assez grands pour pouvoir être mesurés, et j'ai trouvé l'angle du biseau $a^1 a^1 = 105°34'$; l'angle de l'atacamite naturelle est de 105°40'.

» L'atacamite a déjà été reproduite artificiellement par M. Debray (1), à l'aide d'un procédé entièrement différent, par l'action d'une solution de chlorure de sodium sur l'azotate tribasique de cuivre ou sur le sulfate de cuivre ammoniacal. Le procédé que nous venons de décrire nous paraît présenter quelque intérêt, parce qu'il est fort possible qu'une partie des cristaux naturels d'atacamite se soient formés par l'action du chlorure ferrique sur l'oxyde ou sur l'oxydule de cuivre. Ce qui tendrait à appuyer cette hypothèse, c'est que très-souvent les échantillons d'atacamite sont accompagnés de sesquioxyde de fer hydraté ou anhydre. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur les altérations spontanées des œufs;* Note de M. U. GAYON, présentée par M. Pasteur.

« Dans une Communication que j'ai eu l'honneur de faire à l'Académie, sur l'altération *spontanée* des œufs, dans sa séance du 27 janvier 1873, j'ai

(1) *Bulletin de la Société chimique*, t. VII, p. 104.

annoncé que la putréfaction des œufs était corrélative du développement et de la multiplication d'êtres microscopiques, de la famille des *vibrioniens*. J'ai émis, en outre, l'hypothèse que les organismes dont il s'agit pourraient bien être introduits dans l'œuf pendant qu'il chemine dans l'oviducte, et qu'il s'entoure du blanc, de ses membranes et de sa coque. La présente Note a pour objet de compléter mes premiers résultats, et de confirmer l'idée préconçue que je rappelle.

» On avait dit avant moi qu'en agitant les œufs, de manière à en mélanger les diverses parties, le blanc et le jaune, on provoquait immédiatement la putréfaction de ces œufs; j'ai déjà annoncé que le fait était loin d'être général. Je puis aujourd'hui en donner une démonstration nouvelle facile à reproduire.

» On se rappelle les expériences décisives par lesquelles M. Pasteur a combattu victorieusement les théories de la *génération spontanée*. Je veux parler de la disposition simple qui consiste à conserver, au contact de l'air pur, à l'abri de tous germes actifs, les liquides les plus altérables, tels que le sang et l'urine. C'est en appropriant cette méthode à l'objet de mes recherches que j'ai pu, de mon côté, rassembler le mélange intime du blanc et du jaune de l'œuf, le faire passer, sous l'état même où l'agitation le donne, dans des vases privés de germes. Là, je le conserve depuis des mois, au libre contact de l'air pur, à une température qui s'est élevée jusqu'à 30 degrés, et qui ne s'est jamais abaissée au-dessous de 20 degrés.

» S'il arrive qu'on opère avec un œuf contenant quelques bactéries ou des spores de moisissures, et qu'avec le mélange il passe de ces organismes, ils se développent, se multiplient, et produisent, soit la putréfaction si ce sont des bactéries, soit l'altération correspondant aux moisissures, si ce sont des spores.

» Lorsque, dans les vases qui sont restés intacts, on sème de ces mêmes êtres, ils s'y développent et s'y multiplient, en provoquant, au bout de quelques jours, les modifications corrélatives de leurs fonctions physiologiques.

» On peut aussi, par le procédé dont je viens de parler, conserver le blanc tout seul, aussi limpide, aussi pur qu'il était à l'intérieur de la coquille.

» Dans ces expériences, comme dans celles de M. Pasteur, toutes les conditions favorables à la génération spontanée sont réunies : or celle-ci ne se produit pas. Notons aussi que les granulations moléculaires qui sont dans les œufs, et surtout dans le jaune, ne donnent point lieu à des bactéries. La

conséquence de ce fait est évidente; contrairement à ce qui a été annoncé par M. Béchamp, les granulations, qu'il appelle *microzymas*, sont impuissantes à se transformer en bactéries ou vibrions, non plus qu'en globules de levûre alcoolique.

» Des conséquences semblables se tirent nécessairement de l'observation suivante : dans l'incubation des œufs, si l'on arrête le développement de l'embryon, avant la sortie du poulet, d'ailleurs à une époque quelconque de ce développement, puis qu'on abandonne à 25 degrés environ ces embryons morts, dans leur coque, pendant plusieurs mois, on constate que quelques-uns seulement se sont putréfiés. Les autres ont subi une modification lente, non putride, tout à fait comparable à celles que l'on observe dans les cas de morts de fœtus dans le sein de la mère, lorsque la putréfaction n'a pas été déterminée par le contact de l'air extérieur. Contrairement aux résultats publiés jusqu'ici, j'ai trouvé que la putréfaction des embryons des œufs était toujours accompagnée du développement de bactéries ou de vibrions, analogues à ceux qu'on rencontre dans la putréfaction des œufs ordinaires.

» La putréfaction n'est pas la seule altération *spontanée* que puissent éprouver des œufs abandonnés à eux-mêmes. Après beaucoup d'autres auteurs, Réaumur, Spring, Panceri, j'ai constaté la présence fréquente de moisissures qui, en se développant à l'intérieur de l'œuf aux dépens de ses éléments, y déterminent des modifications spéciales. Mais ce qu'il importe de noter, c'est que jamais ces modifications ne se confondent avec la putréfaction; il n'y a entre celles-ci aucun caractère commun.

» Le développement des moisissures n'empêche pas, du moins absolument, celui des bactéries, de sorte qu'on rencontre des œufs tout à la fois pourris et moisis; mais dans ce cas, d'après ce qui précède, la putréfaction est le fait des bactéries et non des moisissures. C'est assurément là la cause des erreurs de quelques observateurs, tels que Panceri et plus récemment M. Bois, qui ont cru que la putréfaction était due à des végétations cryptogamiques. Si ces végétations ne sont pas mêlées de vibrioniens, la putréfaction est constamment absente.

» J'ai rencontré encore quelques œufs, mais en très-petit nombre, dans lesquels s'était produite une altération toute particulière et différente des précédentes. L'œuf exhale une odeur propre, très-aigre, mais point putride; il a une réaction fortement acide et contient des produits alcooliques. Si l'on examine les organismes correspondants, on ne trouve plus les bactéries de la putréfaction, minces, courtes et agiles, mais bien des bâtonnets immo-

biles, plus larges et plus longs que les précédents. Leur diamètre varie de 0,5 à 0,7 et leur longueur de 5 à 10 millièmes de millimètre.

» Cette *fermentation acide* paraît être celle que M. Béchamp a observée dans les œufs d'autruche, et qu'il a étudiée en 1868.

» Enfin, comme toutes les matières organiques, les œufs peuvent subir une modification lente, sans doute une oxydation, qui n'est point corrélative du développement d'organismes microscopiques. Cette altération est caractérisée par une teinte jaune sale du mélange, une odeur de matières animales sèches, une abondance considérable d'aiguilles cristallines très-fines, disséminées dans la masse, ou réunies en mamelons blancs. Ces mamelons, dont les plus gros sont près de la chambre à air, adhèrent fortement à la surface intérieure des membranes. La production de ces cristaux paraît liée à la disparition d'une quantité correspondante des matières grasses du jaune.

» J'ai dit que les organismes qui déterminent les altérations dont je viens de parler avaient pu être enveloppés dans l'œuf pendant sa formation. Pour justifier cette hypothèse, il me suffira de dire que, si l'on examine la surface de l'oviducte d'une poule qu'on vient de tuer, on y constate avec facilité la présence d'organismes variés, bactéries et spores de moisissures. Le nombre de ces êtres microscopiques diminue quand on s'éloigne du cloaque, mais j'en ai vu nettement jusqu'à la distance de 10 à 15 centimètres de l'ouverture de l'oviducte, c'est-à-dire dans le point même où se forme la coquille. Il est vraisemblable qu'ils peuvent remonter plus haut, avec la même facilité que les spermatozoïdes du coq, dont ils ont les dimensions. La distance à laquelle on cesse de les voir varie d'une poule à l'autre, sans doute aussi avec le moment où on l'examine, avant ou après la ponte. »

EMBRYOGÉNIE. — *Essai d'une détermination, par l'embryologie comparative, des parties analogues de l'intestin, chez les Vertébrés supérieurs.* Note de M. CAMPANA, présentée par M. Cl. Bernard.

« Les zootomistes admettent que, chez la plupart des Vertébrés, l'intestin se compose d'un tube *chylifique* et d'un conduit *excrémentitiel*, c'est-à-dire d'un intestin *grêle* et d'un *gros* intestin. Ils subdivisent le premier en *duodénum* et *iléon*, le deuxième en *cœcum*, *côlon* et *rectum*. Ils estiment que ces divisions, plus commodes que réelles, n'ont point de limites précises (MILNE EDWARDS, *Leç. Phys. et Anat. comp.*, t. VII, p. 346; 1861). Les zootomistes des autres pays ne se servent point d'une division diffé-

rente de l'intestin ; mais ils la subordonnent à celle qu'en ont donnée les embryologistes, et considèrent les segments *oral*, *moyen* et *anal* de l'intestin comme des parties fondamentales (C. GEGENBAUR, *Grundz. d. Vergl. Anat.*; 2e Aufl., p. 789-800; 1870). Comme cette nouvelle division correspond à une phase du développement du tube digestif, dans laquelle on ne peut découvrir le moindre indice des parties dont il se composera définitivement, au terme de son évolution embryonnaire, je suis obligé de la rejeter.

» Mais, dans une phase ultérieure, le tube digestif cesse d'être un canal uniformément cylindrique, rectiligne, appliqué de haut en bas, et par tous ses points, à la colonne vertébrale. Croissant en longueur plus rapidement qu'elle, il s'en détache, et forme un certain nombre d'*anses*. Ces parties se développent *chacune pour soi*, d'une manière autonome, à un degré variable avec les espèces zoologiques : c'est pourquoi je les considère comme les segments spécifiquement distincts du tube digestif. Par l'embryologie, on peut déterminer leurs limites.

» Chez l'embryon de Poulet, vers la fin du quatrième jour de l'incubation, l'intestin consiste en deux anses consécutives, de longueur inégale, séparées par un point demeuré en rapport avec la colonne vertébrale. La première est l'anse *duodénale*, et représente complétement et exclusivement le duodénum; la seconde répond au surplus de l'intestin, et peut se nommer anse *ombilicale* ou *mésentérique*. Telles sont les deux divisions principales de l'intestin, aussi bien chez les Mammifères que chez les Oiseaux. Le point qui les délimite est essentiel à connaître : c'est le sommet d'un angle que je nomme *iléo-duodénal*. Chez les Mammifères, il est situé immédiatement à gauche des vaisseaux mésentériques supérieurs. On voit qu'il concorde presque avec la limite habituellement assignée par en bas au duodénum, limite que l'on considérait à tort, suivant moi, comme artificielle. Mais, chez les Oiseaux, on s'est trompé en admettant avec Duvernoy (CUVIER, *Anat. comp.*; 2e éd., t. IV, IIe partie, p. 270) que le deuxième coude intestinal représente la terminaison du duodénum. Le véritable coude iléo-duodénal est situé plus loin, plus en arrière et à gauche; et, chez les Oiseaux comme chez les Mammifères, il est en rapport avec la colonne vertébrale, et situé immédiatement au delà des vaisseaux mésentériques supérieurs.

» L'anse ombilicale peut être subdivisée à son tour en deux parties secondaires, qui sont l'*iléon* ou intestin *grêle* proprement dit, et l'intestin *terminal* ou *gros* intestin. L'insertion de l'appendice cœcal est leur véritable point séparatif. L'insertion a constamment lieu sur la branche inférieure de

l'anse mésentérique, plus ou moins en arrière, par conséquent, du conduit omphalo-mésentérique, celui-ci étant toujours implanté au sommet de l'anse ombilicale, et en plein iléon. Chez les Oiseaux surtout, ce conduit peut se conserver chez l'adulte, où il a été considéré à tort comme un cœcum. Jamais, quoi qu'en ait dit Duvernoy (CUVIER, *loc. cit.*, p. 270), il ne forme limite entre les intestins *grêle* et *gros*. Les caractères propres au gros intestin ne se rencontrent jamais en avant, mais toujours à partir de l'insertion des vrais cœcums; et, s'il est vrai que ces caractères puissent exister exceptionnellement en dehors de tout vestige appréciable de cœcum, ce sont eux qui marqueront la limite entre les deux segments secondaires de l'anse ombilicale. Enfin, si l'absence de ces caractères venait à coïncider avec le défaut d'un appendice cœcal véritable, il en faudrait conclure la simplicité absolue (par suite d'évolution rudimentaire) de l'anse intestinale, et ne pas chercher à la subdiviser en intestin grêle et gros intestin.

» Sur les embryons humains, après l'apparition du cœcum, qui a lieu vers la fin du premier mois, suivant toute vraisemblance, on constate que l'accroissement proportionnel de longueur du gros intestin se fait dans une direction particulière, et qu'il n'est ni aussi rapide ni, au total, aussi considérable que celui du gros intestin. Ainsi, au troisième mois, il n'existe que la moitié gauche du côlon transverse, et le cœcum est toujours très-près de la ligne médiane, comme au moment de son apparition. Au cinquième mois, le côlon ascendant fait défaut; il se forme dans la seconde moitié de la vie intra-utérine, et le cœcum, qui est la seule extrémité mobile du gros intestin, parvient alors dans la fosse iliaque droite. Au septième mois apparaissent les bosselures et les bandes musculaires des côlons, et ceux-ci encadrent, dans leur circuit, la masse entière des circonvolutions de l'intestin grêle. L'anse ombilicale avait primitivement ses deux branches dans le plan antéro-postérieur; il faut donc admettre que, pendant son évolution, la branche inférieure a subi un quart de rotation en arrière et à droite.

» Sur les embryons de poulet, ni ce mouvement de rotation de la branche inférieure de l'anse mésentérique, ni l'accroissement proportionnel de longueur d'où résulte la formation des côlons, ni l'encadrement de la masse de l'intestin grêle par eux, ni les bosselures, ni les bandes ne se produisent jamais. J'en conclus, d'une manière générale, que l'évolution du gros intestin est rudimentaire chez les Oiseaux, relativement aux Mammifères, et qu'en particulier il ne se développe pas de côlons chez eux. Les tentatives analogues à celles de Duvernoy pour retrouver ces côlons sont par

conséquent vaines; mais on peut espérer que, en recourant désormais à l'Embryologie comparative, on pourra trouver la solution de beaucoup de problèmes relatifs à la détermination des parties similaires des animaux, problèmes pour lesquels les procédés ordinaires de simple analyse anatomique n'avaient bien souvent aucune efficacité. »

M. Léon adresse quelques observations relatives à la Communication récente de M. *E. Peligot*, sur les alliages employés pour la fabrication des monnaies d'or.

A 5 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 7 juillet 1873, les ouvrages dont les titres suivent :

Annales de la Société d'Agriculture, Industrie, Sciences, Arts et Belles-Lettres du département de la Loire; t. XVI, année 1872. Saint-Étienne, imp. veuve Théolier, 1873; in-8°.

Mémoires de la Société philomathique de Verdun (Meuse); t. VII. Imp. Ch. Laurent, 1873; in-4°.

Journal d'Agriculture de la Côte-d'Or; année 1873, 2e trimestre. Dijon, imp. Darantière, 1873; in-8°.

Mémoires de la Société d'Agriculture, Sciences et Arts du département de la Marne; année 1872. Châlons-sur-Marne, Le Roy, 1873; in-8°.

Mémoire de la Société dunkerquoise pour l'encouragement des Sciences, des Lettres et des Arts; 1870-1871, t. XVI. Dunkerque, typ. veuve B. Kyen, 1872; in-8°.

L'Académie a reçu, dans la séance du 14 juillet 1873, les ouvrages dont les titres suivent :

Séance publique annuelle de la Société centrale d'Agriculture de France, tenue le dimanche 18 *mai* 1873. Paris, Bouchard-Huzard, 1873; in-8°.

Bulletin de la Société d'Agriculture, Sciences et Arts de la Sarthe; 4[e] trimestre, 1872. Le Mans, imp. E. Monnoyer, 1872; in-8°.

Annales de la Société académique de Nantes et du département de la Loire-Inférieure; 1872, 2[e] semestre. Nantes, imp. veuve Mellinet, 1873; in-8°.

Flore analytique et descriptive des mousses du nord-ouest; par M. T. HUSNOT. Paris, F. Savy, sans date; 1 vol. in-8°.

Rapport sur les travaux du Conseil central de salubrité et des Conseils d'arrondissement du département du Nord pendant l'année 1871; *par* le D[r] PILAT. Lille, imp. Danel, 1872; in-8°.

Déviations des compas. Exposé d'une méthode nouvelle pour déterminer rapidement, à la mer, dans toutes les circonstances de la navigation, les déviations de l'aiguille aimantée du compas étalon; par F.-E. FOURNIER. Paris, A. Bertrand, 1873; in-8°.

Origine de l'induction; par M. Th. DU MONCEL. Caen, Le Blanc-Hardel, 1873; br. in-8°.

Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève; t. XXII. Genève, Cherbuliez et H. Georg, 1873; in-4°.

Du cours d'articulation dans l'enseignement des sourds-muets; par E. COLOMBAT (de l'Isère). Paris, L. Larose, 1873; br. in-8°.

Des différentes formes de l'ostéite aiguë; par le D[r] E. SPILLMANN. Paris, P. Asselin, 1873; br. in-8°.

Le Galéga, nouveau fourrage, sa culture, son usage et son profit; par GILLET-DAMITTE; 2[e] édition. Paris, Goin et Blériot, 1869; br. in-8°.

Transactions of the zoological Society of London; vol. VIII, part 4-5. London, 1873; 2 liv. in-4°.

Proceedings of the scientific meetings of the zoological Society of London for the year 1872; part III, june-december. London, 1872; in-8°.

The pharmaceutical Journal and transactions; may 1873. London, J. and A. Churchill, 1873; in-8°.

Annalen der K. K. Sternwarte in Wien; dritter Folge, neunzehnter Band, Jahrgang 1869. Wien, L. Sommer, 1872; in-8°.

Medizinische Jahrbücher, herausgegeben von der K.K. Gesellschaft der ärtze, redigirt von S. STRICKER; Jahrgang 1873, III Heft. Wien, W. Braumüller, 1873; in-8°.

Annalen der Chemie und Pharmacie, herausgegeben und redigirt von F. Vöhler, Liebig, Kopp, Erlenmeyer, Volhard; Band CLXVII, Heft 2 und 3. Leipzig und Heidelberg, 1873; in-8°.

L'Académie a reçu, dans la séance du 21 juillet 1873, les ouvrages dont les titres suivent :

Carte géologique détaillée de la France, exécutée sur la Carte topographique de l'État-Major, par le Service géologique des Mines, publiée par le Ministère des Travaux publics. Paris, Imp. nationale, 1873; 1er fascicule (mai 1873), comprenant :

La feuille de titre, la feuille d'avertissement, avec tableau d'assemblage, la légende technique; 6 feuilles au $\frac{1}{800000}$: *Paris* (48); *Meaux* (49); *Melun* (65); *Provins* (66); *Fontainebleau* (80); *Sens* (81);

Deux planches de coupes longitudinales : *Pl. I* (annexe de la feuille 48); *Pl. V* (annexe de la feuille 32);

Deux planches de sections verticales : *Pl. I* (annexe de la feuille 48); *Pl. V* (annexe de la feuille 32);

Trois planches de perspectives photographiques : *Pl. I, II* et *III* (annexes de la feuille 48);

Deux planches de fossiles photographiés : *Pl. I* et *II* (calcaire grossier et supérieur).

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous l'empire de la loi du 5 juillet 1844, publiée par les ordres de M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce; t. LXXIX. Paris, Imp. nationale, 1872; in-4°.

Direction générale des Douanes. Tableau général des mouvements du cabotage pendant l'année 1870. Paris, Imp. nationale, 1872; in-4°.

Parallèle de l'hystérie et des maladies du col de l'utérus, etc.; par le Dr Dechaux. Paris, J.-B. Baillière, 1873; in-8°. (Adressé par l'auteur au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1874.)

Nouveau guide du géologue. Géologie générale de la France, etc.; par Ed. Lambert. Paris, F. Savy, 1873; 1 vol. in-12.

Recherches expérimentales sur l'influence exercée par la chaleur sur les manifestations de la contractilité des organes; par le Dr P. CALLIBURCÈS. Paris, Germer-Baillière, 1870; br. in-8°.

Les Merveilles de l'Industrie; par L. FIGUIER; *Industrie du sel*, 8e série. Paris, Furne et Cie, 1873; in-8°, illustré.

Des caractères du péricarpe et de sa déhiscence pour la classification naturelle; par M. D. CLOS. Toulouse, imp. Douladoure, 1872; br. in-8°. (Extrait des *Mémoires de l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres.*)

Mémoires sur le mouvement des eaux dans les réservoirs à alimentation variable, et sur l'action que la digue du Pinay exerce sur les crues de la Loire, à Roanne; par M. GRAEFF. Paris, Dunod, 1873; in-4°, texte et planches. (Cet ouvrage est adressé au Concours Dalmont.)

Considérations sur les Mammifères qui ont vécu en Europe à la fin de l'époque miocène; par A. GAUDRY. Paris, F. Savy, 1873; br. in-8°. (Extrait d'un Mémoire intitulé : *Animaux fossiles du mont Léberon.*)

Recherches sur quelques produits indéfinis ; par Eug. CATALAN. Bruxelles, F. Hayez, 1873; in-4°.

Résumé météorologique de l'année 1872 pour Genève et le grand Saint-Bernard; par E. PLANTAMOUR. Genève, Ramboz et Schuchardt, 1873; in-8°. (Tiré des *Archives des Sciences de la Bibliothèque universelle.*)

Mémoires et Bulletins de la Société de Médecine et de Chirurgie de Bordeaux; 1er et 2e fascicules, 1872. Bordeaux, Gounouilhou, 1873; 2 vol. in-8°.

Bulletin des travaux de la Société médico-pratique de Paris, années 1868 à 1872. Paris, Malteste et Cie, 1873; 1 vol. in-8°.

Élements de Toxicologie et de Médecine légale appliquées à l'empoisonnement; par A. RABUTEAU; 1er fascicule. Paris, Lauwereyns, 1873; 1 vol. in-12. (Présenté par M. Ch. Robin.)

ERRATA.

(Séance du 14 juillet 1873.)

Page 87, ligne 22, *au lieu de* se trouve attirée, d'autre part, par les actions antagonistes, *lisez* se trouve attirée, d'une part par l'eau, d'autre part par les actions antagonistes.

Page 103, ligne 21, *au lieu de* sur ces sulfates, *lisez* sur des poids déterminés de ces sulfates dissous ensuite dans un même poids d'eau.

Page 103, ligne 22, *au lieu de* des quantités équivalentes de chlorure de baryum contenues..., *lisez* une quantité constante et équivalente de chlorure de baryum contenue....

Page 103, ligne dernière de la note, *supprimez les mots* c'est-à-dire $0^{gr},064$ de plus que la quantité nécessaire.

Page 146, ligne 2 en remontant, *au lieu de* qu'il a considérée, *lisez* qu'il a publiée.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 28 JUILLET 1873.

PRÉSIDENCE DE M. DE QUATREFAGES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

« M. **Chevreul**, après lecture des Observations de M. le Dr Bouillaud, insérées dans le *Compte rendu* de la séance précédente, a la certitude de n'avoir point été compris. Dès lors, il se trouve dans la nécessité d'une Communication nouvelle, espérant, cette fois, qu'il sera assez clair pour que sa pensée soit comprise de tous.

» Il se bornera aujourd'hui à répéter qu'il n'a jamais combattu l'opinion de M. Flourens sur la fonction qu'il attribue au cervelet; il s'est borné à dire que M. Flourens *ne l'a point prouvée par ses expériences*, puisqu'il n'en a fait aucune pour démontrer que l'*induction* déduite de l'ablation du cervelet était *exacte*.

» Cependant des expériences de contrôle étaient d'autant plus nécessaires que ses expériences ultérieures sur l'ablation des canaux semi-circulaires de l'oreille avaient plus d'analogie avec les précédentes.

» Voilà une *première remarque concernant la méthode*.

» Une seconde concerne *la grammaire*, c'est l'emploi du mot *détermine*, lorsque le phénomène qui se manifeste dépend en définitive de l'*absence* de l'organe enlevé auquel le mot *détermine* est appliqué par Flourens.

» M. Chevreul, dans une prochaine Communication, reviendra sur cet

objet, et, en exposant nettement comment il conçoit l'application de la *méthode* A POSTERIORI *expérimentale* aux faits scientifiques, il donnera de nouveaux développements à la question qu'il a traitée déjà dans les remarques que lui ont suggérées la Communication faite par M. le Dr Bouillaud dans la séance du 7 de juillet. Il examinera l'influence de la pensée dans l'interprétation de plusieurs *faits* du monde extérieur, recueillis par l'intermédiaire de nos sens, et, dans cette circonstance encore, il aura recours à la *méthode* A POSTERIORI *expérimentale;* il pense qu'il mettra ainsi à la portée de tous comment il arrive que, dans le monde, il est si ordinaire de *confondre* un *fait* avec l'interprétation qu'il a suggérée. »

ANALYSE. — *Sur la fonction exponentielle;* par M. **Hermite.**

» VIII. Dans ce cas facile, où l'on a simplement

$$f(z) = z(z-1),$$

je partirai, en supposant

$$\Theta(z) = xf^{m+1}(z) + (m+1)f^m(z)f'(z),$$

de l'identité suivante :

$$\begin{aligned}\frac{d[e^{-zx}\Theta(z)]}{dz} &= e^{-zx}[\Theta'(z) - x\Theta(z)]\\ &= e^{-zx}[-x^2 f^{m+1}(z) + (m+1)f^m(z)f''(z) + m(m+1)f^{m-1}f'^2(z)],\end{aligned}$$

et j'observerai que

$$f'^2(z) = 4z^2 - 4z + 1 = 4f(z) + 1, \quad f''(z) = 2,$$

ce qui permet de l'écrire ainsi :

$$\frac{d[e^{-zx}\Theta(z)]}{dx} = e^{-zx}[-x^2 f^{m+1}(z) + (2m+1)(2m+2)f^m(z) + m(m+1)f^{m-1}(z)].$$

Nous aurons donc, en intégrant,

$$\begin{aligned}e^{-zx}\Theta(z) = &-x^2\int e^{-zx}f^{m+1}(z)\,dz + (2m+1)(2m+2)\int e^{-zx}f^m(z)\,dz\\ &+ m(m+1)\int e^{-zx}f^{m-1}(z)\,dz,\end{aligned}$$

et ensuite, si nous prenons pour limites $z = 0$ et $z = 1$,

$$\begin{aligned}x^2\int_0^1 e^{-zx}f^{m+1}(z)\,dz = &(2m+1)(2m+2)\int_0^1 e^{-zx}f^m(z)\,dz\\ &+ m(m+1)\int_0^1 e^{-zx}f^{m-1}(z)\,dz.\end{aligned}$$

Soit maintenant

$$\varepsilon_m = \frac{x^{2m+1}e^x}{1.2\ldots m}\int_0^1 e^{-zx}z^m(z-1)^m\,dz,$$

et cette relation deviendra

$$\varepsilon_{m+1} = (4m+2)\varepsilon_m + x^2\varepsilon_{m-1}.$$

C'est le résultat auquel nous voulions parvenir; en y supposant successivement $m = 1, 2, 3, \ldots$, les équations qu'on en tire

$$\begin{aligned}\varepsilon_2 &= 6\varepsilon_1 + x^2\varepsilon_0,\\ \varepsilon_3 &= 10\varepsilon_2 + x^2\varepsilon_1,\\ \varepsilon_4 &= 14\varepsilon_3 + x^2\varepsilon_2,\\ &\ldots\ldots\ldots\end{aligned}$$

donnent aisément la fraction continue

$$\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_0} = -\cfrac{x^2}{6+\cfrac{x^2}{10+\cfrac{x^2}{14}+\ldots}},$$

et il suffit d'employer les valeurs

$$\varepsilon_0 = xe^x\int_0^1 e^{-zx}dz = e^x - 1,$$

$$\varepsilon_1 = x^3e^x\int_0^1 e^{-zx}z(z-1)dz = e^x(2-x) - 2 - x,$$

d'où l'on conclut

$$\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_0} = 2 - \frac{e^x+1}{e^x-1}x,$$

pour retrouver, sauf le changement de x en $\frac{x}{2}$, le résultat de Lambert (*)

$$\frac{e^x-1}{e^x+1} = \cfrac{x}{2+\cfrac{x^2}{6+\cfrac{x^2}{10+\cfrac{x^2}{14}+\ldots}}}$$

(*) Mémoire sur quelques propriétés remarquables des quantités transcendantes circulaires et logarithmiques (*Mémoires de l'Académie des Sciences de Berlin*, année 1761, p. 265). *Voir* aussi la Note IV des *Éléments de Géométrie*, de Legendre, p. 288.

» En abordant maintenant le cas général et me proposant d'obtenir, à l'égard des intégrales définies

$$\int_0^a e^{-z} f^m(z)\,dz, \quad \int_0^b e^{-z} f^m(z)\,dz, \ldots, \quad \int_0^h e^{-z} f^m(z)\,dz,$$

un algorithme qui permette de les calculer de proche en proche, pour toutes les valeurs du nombre entier m, j'introduirai, afin de rendre les calculs plus symétriques, les modifications suivantes dans les notations précédemment admises. Je ferai

$$f(z) = (z - z_0)(z - z_1)\ldots(z - z_n),$$

au lieu de

$$f(z) = z(z - a)(z - b)\ldots(z - h),$$

de manière à considérer le polynôme le plus général de degré $n + 1$; désignant ensuite par Z l'une quelconque des quantités $z_1, z_2, \ldots, z_n$, je raisonnerai sur l'intégrale

$$\int_{z_0}^{Z} e^{-z} f^m(z)\,dz,$$

qui donnera évidemment toutes celles que nous avons en vue, en faisant $z_0 = 0$. Cela étant, voici la remarque qui m'a ouvert la voie et conduit à la méthode que je vais exposer.

» IX. En intégrant les deux membres de la relation identique

$$\frac{d[e^{-z} f^m(z)]}{dz} = e^{-z}[m f^{m-1}(z) f'(z) - f^m(z)],$$

on obtient

$$e^{-z} f^m(z) = m \int e^{-z} f^{m-1}(z) f'(z)\,dz - \int e^{-z} f^m(z)\,dz,$$

et, par conséquent,

$$\int_{z_0}^{Z} e^{-z} f^m(z)\,dz = m \int_{z_0}^{Z} e^{-z} f^{m-1}(z) f'(z)\,dz,$$

ou encore

$$\int_{z_0}^{Z} e^{-z} f^m(z)\,dz = m \int_{z_0}^{Z} \frac{e^{-z} f^m(z)}{z - z_0}\,dz + m \int_{z_0}^{Z} \frac{e^{-z} f^m(z)}{z - z_1}\,dz + \ldots + m \int_{z_0}^{Z} \frac{e^{-z} f^m(z)}{z - z_n}\,dz,$$

d'après la formule

$$\frac{f'(z)}{f(z)} = \frac{1}{z - z_0} + \frac{1}{z - z_1} + \ldots + \frac{1}{z - z_n}.$$

» Or ce sont ces nouvelles intégrales

$$\int_{z_0}^{Z} \frac{e^{-z} f^m(z)}{z - z_0} dz, \quad \int_{z_0}^{Z} \frac{e^{-z} f^m(z)}{z - z_1} dz, \ldots, \quad \int_{z_0}^{Z} \frac{e^{-z} f^m(z)}{z - z_n} dz,$$

qui donnent lieu à un système de relations récurrentes de la forme

$$\int_{z_0}^{Z} \frac{e^{-z} f^{m+1}(z)}{z - z_0} dz = (00) \int_{z_0}^{Z} \frac{e^{-z} f^m(z)}{z - z_0} dz$$
$$+ (01) \int_{z_0}^{Z} \frac{e^{-z} f^m(z)}{z - z_1} dz + \ldots + (0n) \int_{z_0}^{Z} \frac{e^{-z} f^m(z)}{z - z_n} dz,$$

$$\int_{z_0}^{Z} \frac{e^{-z} f^{m+1}(z)}{z - z_1} dz = (10) \int_{z_0}^{Z} \frac{e^{-z} f^m(z)}{z - z_0} dz$$
$$+ (11) \int_{z_0}^{Z} \frac{e^{-z} f^m(z)}{z - z_1} dz + \ldots + (1n) \int_{z_0}^{Z} \frac{e^{-z} f^m(z)}{z - z_n} dz,$$

$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots,$$

$$\int_{z_0}^{Z} \frac{e^{-z} f^{m+1}(z)}{z - z_n} dz = (n0) \int_{z_0}^{Z} \frac{e^{-z} f^m(z)}{z - z_0} dz$$
$$+ (n1) \int_{z_0}^{Z} \frac{e^{-z} f^m(z)}{z - z_1} dz + \ldots + (nn) \int_{z_0}^{Z} \frac{e^{-z} f^m(z)}{z - z_n} dz,$$

où les coefficients (ik), ainsi que leur déterminant, s'obtiennent d'une manière facile, comme nous verrons.

» C'est donc en opérant sur les éléments au nombre de $n + 1$, dans lesquels a été décomposée l'intégrale $\int_{z_0}^{Z} e^{-z} f^m(z)\, dz$, que nous parvenons à sa détermination, au lieu de chercher, comme une analogie naturelle aurait paru l'indiquer, une expression linéaire de $\int_{z_0}^{Z} e^{-z} f^{m+n+1}(z)\, dz$, au moyen de

$$\int_{z_0}^{Z} e^{-z} f^m(z)\, dz, \quad \int_{z_0}^{Z} e^{-z} f^{m+1}(z)\, dz, \ldots, \quad \int_{z_0}^{Z} e^{-z} f^{m+n}(z)\, dz.$$

» Mais, soit d'une manière plus générale, pour des valeurs entières quelconques des exposants,

$$F(z) = (z - z_0)^{\mu_0} (z - z_1)^{\mu_1} \ldots (z - z_n)^{\mu_n};$$

en intégrant les deux membres de l'identité

$$\frac{d[e^{-z} F(z)]}{dz} = e^{-z} [F'(z) - F(z)],$$

on aura

$$e^{-z}\mathrm{F}(z)=\int e^{-z}\mathrm{F}'(z)\,dz-\int e^{-z}\mathrm{F}(z)\,dz,$$

d'où,

$$\int_{z_0}^{\mathrm{Z}} e^{-z}\mathrm{F}(z)\,dz=\int_{z_0}^{\mathrm{Z}} e^{-z}\mathrm{F}'(z)\,dz.$$

» Maintenant, la formule

$$\frac{\mathrm{F}'(z)}{\mathrm{F}(z)}=\frac{\mu_0}{z-z_0}+\frac{\mu_1}{z-z_1}+\ldots+\frac{\mu_n}{z-z_n}$$

donne la décomposition suivante :

$$\int_{z_0}^{\mathrm{Z}} e^{-z}\mathrm{F}(z)\,dz=\mu_0\int_{z_0}^{\mathrm{Z}}\frac{e^{-z}\mathrm{F}(z)\,dz}{z-z_0}+\mu_1\int_{z_0}^{\mathrm{Z}}\frac{e^{-z}\mathrm{F}(z)\,dz}{z-z_1}+\ldots+\mu_n\int_{z_0}^{\mathrm{Z}}\frac{e^{-z}\mathrm{F}(z)\,dz}{z-z_n},$$

qui conduira pareillement au calcul des divers termes de la suite

$$\int_{z_0}^{\mathrm{Z}} e^{-z}\mathrm{F}(z)\,dz,\quad \int_{z_0}^{\mathrm{Z}} e^{-z}\mathrm{F}(z)f(z)\,dz,\ldots,\quad \int_{z_0}^{\mathrm{Z}} e^{-z}\mathrm{F}(z)f^k(z)\,dz;$$

effectivement, les éléments de décomposition de l'un quelconque d'entre eux s'expriment en fonction linéaire des quantités semblables qui se rapportent au terme précédent, ainsi qu'on va le montrer.

» X. J'établirai pour cela qu'on peut toujours déterminer deux polynômes entiers de degré n, $\Theta(z)$ et $\Theta_1(z)$, tels qu'on ait, en désignant par ζ l'une des racines $z_0, z_1,\ldots, z_n$, la relation suivante :

$$\int\frac{e^{-z}\mathrm{F}(z)f(z)}{z-\zeta}\,dz=\int\frac{e^{-z}\mathrm{F}(z)\Theta_1(z)}{f(z)}\,dz-e^{-z}\mathrm{F}(z)\Theta(z).$$

» En effet, si, après avoir différentié les deux membres, nous multiplions par le facteur $\frac{f(z)}{\mathrm{F}(z)}$, il vient

$$\frac{f(z)}{z-\zeta}f(z)=\Theta_1(z)+\left[1-\frac{\mathrm{F}'(z)}{\mathrm{F}(z)}\right]f(z)\Theta(z)-f(z)\Theta'(z).$$

Or $f(z)$ étant divisible par $z-\zeta$, le premier membre de cette égalité est un polynôme entier de degré $2n+1$; le second est du même degré, d'après la supposition admise à l'égard de $\Theta(z)$ et $\Theta_1(z)$, et, puisque chacun de ces polynômes renferme ainsi $n+1$ coefficients indéterminés, on a bien le nombre nécessaire égal à $2n+2$ de constantes arbitraires pour effectuer l'identification. Ce point établi, j'observe qu'en supposant $z=z_i$, la

fraction rationnelle $\frac{F'(z)f(z)}{F(z)}$ a pour valeur $\mu_i f'(z_i)$; on a, par conséquent, ces conditions

$$\Theta_1(z_0) = \mu_0 f'(z_0)\Theta(z_0),$$
$$\Theta_1(z_1) = \mu_1 f'(z_1)\Theta(z_1),$$
$$\dots\dots\dots\dots\dots\dots,$$
$$\Theta_1(z_n) = \mu_n f'(z_n)\Theta(z_n),$$

qui permettent, par la formule d'interpolation, de calculer immédiatement $\Theta_1(z)$, lorsque $\Theta(z)$ sera connu. Nous avons de cette manière, en effet, l'expression suivante :

$$\frac{\Theta_1(z)}{f(z)} = \frac{\mu_0\Theta(z_0)}{z-z_0} + \frac{\mu_1\Theta(z_1)}{z-z_1} + \dots + \frac{\mu_n\Theta(z_n)}{z-z_n},$$

dont nous ferons bientôt usage. Pour obtenir maintenant $\Theta(z)$, je reprends la relation proposée, en divisant les deux membres par $f(z)$, ce qui donne

$$\frac{f(z)}{z-\zeta} = \frac{\Theta_1(z)}{f(z)} + \left[1 - \frac{F'(z)}{F(z)}\right]\Theta(z) - \Theta'(z),$$

et je remarque que, la fraction $\frac{\Theta_1(z)}{f(z)}$ n'ayant pas de partie entière, on est amené à cette conséquence, que le polynôme cherché doit être tel que la partie entière de l'expression

$$\left[1 - \frac{F'(z)}{F(z)}\right]\Theta(z) - \Theta'(z)$$

soit égale au quotient $\frac{f(z)}{z-\zeta}$. C'est ce qui conduit aisément à la détermination de $\Theta(z)$. Soit d'abord, à cet effet,

$$f(z) = z^{n+1} + p_1 z^n + p_2 z^{n-1} + \dots + p_{n+1},$$

ce qui donnera

$$\frac{f(z)}{z-\zeta} = z^n + \left.\begin{matrix}\zeta \\ +p_1\end{matrix}\right| z^{n-1} + \left.\begin{matrix}\zeta^2 \\ +p_1\zeta \\ +p_2\end{matrix}\right| z^{n-2} + \dots + \begin{matrix}\zeta^n \\ +p_1\zeta^{n-1} \\ +p_2\zeta^{n-2} \\ \vdots \\ +p_n,\end{matrix}$$

ou plutôt

$$\frac{f(z)}{z-\zeta} = z^n + \zeta_1 z^{n-1} + \zeta_2 z^{n-2} + \dots + \zeta_n,$$

en écrivant, pour abréger,

$$\zeta_i = \zeta^i + p_1\zeta^{i-1} + p_2\zeta^{i-2} + \ldots + p_i.$$

Soit encore

$$\Theta(z) = \alpha_0 z^n + \alpha_1 z^{n-1} + \alpha_2 z^{n-2} + \ldots + \alpha_n,$$

et développons la fonction $\frac{F'(z)}{F(z)}$ suivant les puissances descendantes de la variable, afin d'obtenir la partie entière du produit $\frac{F'(z)}{F(z)}\Theta(z)$. Il viendra ainsi, en posant

$$s_i = \mu_0 z_0^i + \mu_1 z_1^i + \mu_2 z_2^i + \ldots + \mu_n z_n^i,$$

$$\frac{F'(z)}{F(z)} = \frac{s_0}{z} + \frac{s_1}{z^2} + \frac{s_2}{z^3} + \ldots,$$

et, par conséquent,

$$\frac{F'(z)}{F(z)}\Theta(z) = \alpha_0 s_0 z^{n-1} + \begin{array}{l|} \alpha_1 s_0 \\ +\alpha_0 s_1 \\ \\ \end{array}\; z^{n-2} + \begin{array}{l|} \alpha_2 s_0 \\ +\alpha_1 s_1 \\ +\alpha_0 s_2 \end{array}\; z^{n-3} + \ldots.$$

Les équations en α_0, α_1, $\alpha_2, \ldots$, auxquelles nous sommes amené par l'identification, sont donc

$$\begin{aligned}
1 &= \alpha_0, \\
\zeta_1 &= \alpha_1 - \alpha_0(s_0 + n), \\
\zeta_2 &= \alpha_2 - \alpha_1(s_0 + n - 1) - \alpha_0 s_1, \\
\zeta_3 &= \alpha_3 - \alpha_2(s_0 + n - 2) - \alpha_1 s_1 - \alpha_0 s_2, \\
&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots
\end{aligned}$$

» Elles donnent

$$\begin{aligned}
\alpha_0 &= 1, \\
\alpha_1 &= \zeta_1 + s_0 + n, \\
\alpha_2 &= \zeta_2 + (s_0 + n - 1)\zeta_1 + (s_0 + n)(s_0 + n - 1) + s_1, \\
&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,
\end{aligned}$$

et montrent que α_0, α_1, $\alpha_2, \ldots$ sont des polynômes en ζ ayant pour coefficients des fonctions entières et à coefficients entiers de s_0, s_1, $s_2, \ldots$ et par suite des racines z_0, $z_1, \ldots$ z_n. On voit de plus que α_i est un polynôme de degré i dans lequel le coefficient de ζ^i est égal à l'unité; ainsi, en posant pour plus de clarté

$$\alpha_i = \theta_i(\zeta),$$

et écrivant désormais $\Theta(z, \zeta)$ au lieu de $\Theta(z)$, afin de mettre ζ en évidence, nous aurons

$$\Theta(z, \zeta) = z^n + \theta_1(\zeta) z^{n-2} + \theta_2(\zeta) z^{n-3} + \ldots + \theta_n(\zeta).$$

De là résulte, pour le polynôme $\Theta_1(z)$, la formule

$$\frac{\Theta_1(z)}{f(z)} = \frac{\mu_0 \Theta(z_0, \zeta)}{z - z_0} + \frac{\mu_1 \Theta(z_1, \zeta)}{z - z_1} + \ldots + \frac{\mu_n \Theta(z_n, \zeta)}{z - z_n};$$

et l'on en tire immédiatement le résultat que nous nous sommes proposé d'obtenir. Il suffit en effet de prendre les intégrales entre les limites z_0 et Z dans la relation

$$\int \frac{e^{-z} F(z) f(z)}{z - \zeta} dz = \int \frac{e^{-z} F(z) \Theta_1(z)}{f(z)} dz - e^{-z} F(z) \Theta(z),$$

ce qui donne

$$\begin{aligned} \int_{z_0}^{Z} \frac{e^{-z} F(z) f(z)}{z - \zeta} dz = \int_{z_0}^{Z} \frac{e^{-z} F(z) \Theta_1(z)}{f(z)} dz \\ = \mu_0 \Theta(z_0, \zeta) \int_{z_0}^{Z} \frac{e^{-z} F(z)}{z - z_0} dz, \\ + \mu_1 \Theta(z_1, \zeta) \int_{z_0}^{Z} \frac{e^{-z} F(z)}{z - z_1} dz, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ + \mu_n \Theta(z_n, \zeta) \int_{z_0}^{Z} \frac{e^{-z} F(z)}{z - z_n} dz. \end{aligned}$$

» C'est surtout dans le cas où l'on suppose

$$\mu_0 = \mu_1 = \ldots = \mu_n = m,$$

que nous ferons usage de cette équation; si l'on fait alors

$$m\Theta(z_i, z_k) = (ik)$$

et qu'on prenne ζ successivement égal à $z_0, z_1, \ldots, z_n$, on en conclut, comme on voit, les relations précédemment énoncées qui résultent de celle-ci

$$\int_{z_0}^{Z} \frac{e^{-z} f^{m+1}(z)}{z - z_i} dz = (i0) \int_{z_0}^{Z} \frac{e^{-z} f^m(z)}{z - z_0} dz + (i1) \int_{z_0}^{Z} \frac{e^{-z} f^m(z)}{z - z_1} dz + \ldots + (in) \int_{z_0}^{Z} \frac{e^{-z} f^m(z)}{z - z_n} dz,$$

pour $i = 0, 1, 2, \ldots, n$. Je resterai encore cependant dans le cas général pour établir une nouvelle proposition. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Examen d'un essai de théorie de la poussée des terres contre les murs destinés à les soutenir;* par M. DE SAINT-VENANT.

« **1.** M. le chef de bataillon du Génie Curie, dans une Note insérée au *Compte rendu* de la séance du 30 juin 1873, sous le titre : *Sur le désaccord entre l'ancienne théorie de la poussée des terres et l'expérience*, et dans une autre Note, du 14 juillet, intitulée : *Nouvelles expériences relatives à cette théorie* (1), est revenu sur les objections qu'il avait élevées, dans une Communication antérieure (27 mars 1871) (2), à la fois contre la théorie connue de Coulomb, fondée sur une hypothèse de rupture plane des massifs, développée, comme on sait, par Prony, Français, Ardant, etc., et surtout par Poncelet (3), et contre la théorie dite *rationnelle*, fondée sans cette hypothèse; théorie qui est celle d'un Mémoire de 1867-1869 de M. Levy, approuvée par l'Académie le 7 février 1870 (4).

» M. Curie attaque même à cette occasion, comme inapplicables ou nullement généraux, les théorèmes connus de Cauchy, établissant des relations entre les pressions qui s'exercent à travers les divers plans se coupant en un même point de l'intérieur de toute masse solide ou fluide.

» En même temps il donne comme seules vraies et seules d'accord avec l'expérience les considérations et assertions qu'il qualifie de théorie nouvelle de la poussée des terres, exposées dans un Mémoire présenté en 1868 à l'Académie (5), après l'avoir été en 1869 au Comité des fortifications, et dont il a fait le sujet d'un livre publié par lui en 1870.

» Il m'a semblé utile, pour prévenir l'introduction fâcheuse, dans cette partie de la Mécanique, d'idées fausses présentées avec persistance et appuyées sur une prétendue conformité aux faits, de donner ici les motifs qui ont déterminé une Commission de 1868, dont je suis le seul Membre

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXXVI, p. 1579, et t. LXXVII, p. 142.

(2) *Comptes rendus*, t. LXXII, p. 366.

(3) *Mémorial de l'Officier du Génie*, n° 13, 1840.

(4) *Voir* le Rapport aux *Comptes rendus*, t. LXX, p. 217, et les divers développements que j'y ai ajoutés (*Comptes rendus*, p. 281, 329, 717, 894), dans la vue de généraliser les résultats et de bien faire voir que les formules démontrées, qui donnent une solution analytique exacte de la question dans une série de cas particuliers, offrent des solutions approchées, et toutes dans le sens de la sécurité, pour tous les autres cas d'un mur à paroi plane postérieure et d'un talus supérieur plan, où l'équation différentielle générale non linéaire du problème, établie par M. Levy, ne peut être intégrée analytiquement.

(5) *Comptes rendus*, 21 décembre 1868, t. LXVII, p. 1216.

subsistant, à refuser son approbation au Mémoire cité de M. Curie, et à n'en point faire l'objet d'un Rapport à l'Académie.

» 2. J'observerai d'abord que M. Levy n'a pas été le seul qui ait professé les principes si explicitement repoussés par M. Curie. M. Levy dit en avoir puisé la première idée (1) dans le *Traité de la stabilité des constructions*, publié en 1857, à Brunswick, par le Dr Scheffler (qui n'en a fait l'application qu'au cas le plus simple) (2). Déjà en 1856, l'éminent et regretté Macquorn Rankine (3), dont M. Levy n'avait pas connu le Mémoire, avait eu et appliqué d'une manière plus étendue la même idée et était arrivé à la plus grande partie des formules nouvelles, mais en s'appuyant comme M. Scheffler sur un principe obscur et contestable, dit *de moindre résistance*, dont M. Levy s'est passé en considérant directement comme Coulomb l'*équilibre limite* précédant le renversement. M. Considère est arrivé en 1869 de son côté aux mêmes formules propres à la pratique (4), qu'un autre jeune ingénieur des Ponts et Chaussées a démontrées récemment d'une manière encore plus simple (5). Enfin M. Curie cite un Ouvrage publié en 1872, à Vienne, par M. Winckler, qui arrive, dit-il, à une théorie semblable.

» Et il faut remarquer que ces auteurs, hors M. Levy, n'invoquent point les théorèmes de Statique interne donnés par Cauchy en 1823-1827. Tous les autres arrivent directement aux mêmes conséquences en se livrant aux mêmes considérations que l'illustre analyste sur l'équilibre de divers éléments, en forme de prisme triangulaire surtout; considérations simples et aussi incontestablement applicables aux masses pulvérulentes, sableuses même, qu'aux corps tout à fait solides ou fluides, si, ce qui est permis, les dimensions de ces éléments sont prises telles qu'elles contiennent un nombre suffisant de grains juxtaposés.

» 3. Observons ensuite, en général, que la concordance, fût-elle bien

---

(1) *Comptes rendus*, 21 juin 1869, t. LXVIII, p. 1161.

(2) *Voir* la traduction de Scheffler par M. Fournié, 1864, livre III, aux §§ 67, 68, 69, où l'auteur considère un massif de terre arrasé de niveau et supposé presser *sans frottement* une paroi verticale, cas simple où son analyse donne le même résultat que la théorie de Coulomb.

(3) *On stability of loose Earth;* Mémoire lu en juin 1856 à la Société royale, et *A Manual of applied Mechanics*, 1861, du même M. Rankine.

(4) *Annales des Ponts et Chaussées;* juin 1870, p. 547.

(5) *Note sur la poussée des terres*, par M. Flamant; mêmes *Annales*, novembre 1870.

avérée, d'un certain nombre de faits d'équilibre ou de mouvement avec les résultats d'une théorie qu'on propose ne suffisent point pour qu'elle soit exacte, ou pour qu'avec son aide on puisse espérer prévoir les faits non observés du même genre et en calculer d'avance les circonstances. Tout au plus peut-elle fournir des formules empiriques d'une application bornée. Il lui faut, pour s'étendre plus loin, pour représenter une loi, d'autres conditions, et, avant tout, qu'elle ne soit pas en contradiction flagrante avec les principes fondamentaux de la Mécanique, qui ont, certes, les faits aussi pour eux, ni avec la règle logique qui interdit de retrancher arbitrairement d'une quantité une de ses parties tout aussi capable que les autres d'influer sur le résultat qu'on veut apprendre à prévoir.

» Quoique de pareils préceptes n'aient pas besoin de preuves, il convient de citer un exemple remarquable de leur violation, qui, sans nous faire sortir de notre sujet, nous conduira à mieux faire apercevoir l'erreur de la *théorie nouvelle* présentée par M. Curie.

» On sait qu'avant le Mémoire de 1773, de Coulomb, lorsqu'on voulait évaluer la poussée exercée contre la paroi postérieure supposée verticale d'un mur, on ne tenait aucun compte du frottement que doit éprouver la face inférieure et oblique d'un prisme qui se détacherait du massif de terre en glissant contre la partie de ce massif restée immobile en dessous. Le calcul donnait la même poussée que si la terre eût été un liquide ayant sa densité. Comme on était ainsi conduit, en adoptant, en outre, $\frac{2}{3}$ pour le rapport de la densité de la terre à celle de la maçonnerie, et en plaçant le point d'application de la poussée au tiers de la hauteur du mur de soutènement, à donner à ce mur, pour qu'il ne soit pas renversé par rotation, une épaisseur de *moitié* de sa hauteur (1), quelques ingénieurs, qui jugeaient, d'après leur expérience, ce résultat trop élevé, tentèrent de l'atténuer théoriquement.

---

(1) Plus exactement, d'après ce calcul, les 0,47 de la hauteur; car, b étant la base et h la hauteur du mur, ϖ et Π les poids de l'unité de volume de la terre et de la maçonnerie, on avait $\frac{1}{2}\varpi h^2$ pour la poussée par unité de longueur du mur, $\frac{1}{3}h$ pour le bras de levier supposé de cette force; d'où, pour l'équilibre de rotation du mur autour de l'arête antérieure de sa base, l'équation de moments $\Pi bh\frac{b}{2} = \frac{\varpi h^2}{2}\frac{h}{3}$, ce qui donne

$$b^2 = \frac{h^2}{3}\frac{\varpi}{\Pi} = \frac{2h^2}{9}, \qquad b' = \frac{h}{3}\sqrt{2} = 0,4714\,h.$$

» A cet effet, ils décomposèrent le poids du prisme de terre en deux autres forces, l'une normale et l'autre parallèle à son plan incliné de glissement; puis, à son tour, la composante parallèle en deux nouvelles forces, l'une verticale, l'autre horizontale ou perpendiculaire au mur; *et ils regardèrent cette dernière composante comme constituant uniquement la poussée.*

» La fameuse règle, d'après laquelle on donne souvent aux murs une épaisseur égale *au tiers* de la hauteur du massif, arrasé horizontalement, qu'ils ont à soutenir, n'a pas eu, comme m'a dit Poncelet, d'autre origine (1).

» Il est possible que cette règle du tiers ait rendu, en tant qu'empirique, des services dans les constructions civiles où il n'y a à soutenir que des massifs d'une hauteur médiocre, et qu'elle ait ainsi fourni des résultats

---

(1) Quoique je n'aie pas sous les yeux le Mémoire des tomes V et VI des anciens Mémoires de l'Académie de Dijon où un ingénieur, du reste illustre, a proposé il y a un siècle cette prétendue théorie, je puis rendre son raisonnement à peu près ainsi :

Soit, outre les notations de la Note précédente, τ l'angle, fait avec la paroi verticale du mur par la face inclinée le long de laquelle glisserait le prisme lors de la rupture de l'équilibre, on aura

$$\frac{1}{2}\varpi h^2 \operatorname{tang}\tau$$

pour le poids de ce prisme;

$$\frac{1}{2}\varpi h^2 \operatorname{tang}\tau\cos\tau$$

pour la composante ou projection de ce poids dans une direction parallèle à la face de glissement; enfin

$$\frac{1}{2}\varpi h^2 \operatorname{tang}\tau\cos\tau\sin\tau = \frac{1}{2}\varpi h^2 \sin^2\tau$$

pour la composante ou projection horizontale de cette composante, ou pour ce qu'on regardait comme mesurant la poussée contre le mur.

Or en lui attribuant, comme ci-dessus, un bras de levier $=\frac{1}{3}h$, l'équilibre de relation du mur autour de l'arête antérieure de son pied donne l'équation,

$$\Pi bh\frac{b}{2} = \frac{\varpi h^2}{2}\sin^2\tau\frac{h}{3};\quad b^2 = \frac{1}{3}h^2\sin^2\tau\frac{\varpi}{\Pi},$$

d'où, en faisant $\frac{\varpi}{\Pi} = \frac{2}{3}$, $\tau = 45$ degrés (car on supposait, dans ce temps, que le prisme glisserait suivant le talus de terre coulante),

$$b = \frac{1}{3}h,$$

ou la règle du tiers de la hauteur.

conformes à l'expérience des constructeurs exercés. Mais le raisonnement qui sert à l'établir n'est toujours qu'un paralogisme inexcusable, une faute contre la Statique élémentaire, même si l'on admet la supposition, sur laquelle elle se fonde, que le glissement des terres s'opère sans frottement capable d'influer; en sorte que c'est avec raison que l'on a rejeté depuis longtemps cette règle comme théorique et générale.

» C'est effectivement à tort qu'après la seconde décomposition de forces on néglige ou supprime l'une des deux composantes ainsi obtenues, savoir celle qui est verticale ou perpendiculaire au mur ; car une force agissant sur un coin, tel que le prisme de terre considéré, peut très-bien, même si elle est parallèle à une de ses faces, donner, dans l'équation de son équilibre, une composante perpendiculaire à cette même face. Il n'y a, pour cela, qu'à la décomposer suivant les deux directions perpendiculaires, respectivement à celle-ci et à l'autre face, comme on fait pour établir l'équilibre d'un coin quand on abstrait les frottements. Or, en ajoutant la composante perpendiculaire au mur, ainsi obtenue, à celle de même direction qu'une première décomposition avait produite, on trouve pour somme, comme évidemment cela doit être, précisément ce qu'obtenaient les premiers ingénieurs en décomposant directement le poids du prisme ou *coin* de terre en deux forces respectivement perpendiculaires à ses deux faces : c'est-à-dire qu'on obtient, quel que soit l'angle pris pour celui du plan de glissement, la même poussée que si la terre était un liquide (1).

---

(1) En effet, la composante parallèle au plan de glissement a été trouvée tout à l'heure d'une intensité $\frac{1}{2}\varpi h^2 \tang\tau \cos\tau = \frac{1}{2}\varpi h^2 \sin\tau$. Si on la décompose en deux forces, l'une horizontale, l'autre verticale, celle-là est $\frac{1}{2}\varpi h^2 \sin^2\tau$ comme on a dit; celle-ci est $\frac{1}{2}\varpi h^2 \sin\tau\cos\tau$. En décomposant cette dernière en deux autres, l'une perpendiculaire au plan de glissement, l'autre horizontale ou perpendiculaire au mur, celle-ci est $\frac{\varpi h^2}{2}\sin\tau\cos\tau\frac{1}{\tang\tau} = \frac{\varpi h^2}{2}\cos^2\tau$.

En l'ajoutant à la composante, de même direction, $\frac{1}{2}\varpi h^2\sin^2\tau$ déjà obtenue, on a pour la poussée totale, *quel que soit l'angle* τ du glissement supposé s'opérer sans frottement,

$$\frac{1}{2}\varpi h^2,$$

ou ce qu'on a en décomposant de suite tout le poids $\frac{1}{2}\varpi h^2 \tang\tau$ du prisme suivant cette direction et suivant une perpendiculaire à son autre face; c'est-à-dire qu'on a ce qui résulterait de la fluidification du massif de terre.

» 4. Or, c'est précisément une faute de ce genre que commet M. Curie, bien qu'il tienne compte des frottements, ou qu'il opère, avec raison, des décompositions de forces suivant des directions faisant, avec les normales au plan de glissement et à la face du mur, des angles égaux à ceux des frottements de terre contre terre et de terre contre maçonnerie, au lieu de décomposer, suivant ces normales elles-mêmes, comme on faisait avant Coulomb.

» Elle a été également commise, dans la même année 1859, par un autre officier supérieur de la même arme que M. Curie, dans un Mémoire étendu, présenté au Comité du Génie, avant de l'être, le 21 octobre 1861, à l'Académie, et non reproduit par son auteur qui, sans doute, y a renoncé; et sur lequel le maréchal Vaillant a déposé, le 15 septembre 1862, au nom d'une Commission, un Rapport *désapprobatif*, soigneusement fait, mais non lu, et qu'il a bien voulu me communiquer.

» Voici donc ce que fait M. Curie. Adoptant, avec Coulomb et Poncelet, l'hypothèse de rupture constamment plane des massifs, il partage le prisme de poussée, d'un angle dièdre à déterminer plus tard, en tranches infiniment minces, par des plans parallèles à la face inférieure ou de glissement. Il regarde chacune de ces tranches comme exerçant sur le mur une pression *dans la direction même de leurs plans*, avec une intensité égale à ce qu'on obtient, pour première composante, en décomposant son poids en deux forces, l'une dans cette direction-là, l'autre, suivant une ligne faisant l'angle du frottement avec la normale à ces mêmes plans. C'est cette pression oblique qu'il appelle, pour chaque tranche, *la poussée primitive*. Il la décompose elle-même suivant deux directions, dont l'une est parallèle à la face du mur et dont l'autre fait, avec la normale à cette face, un angle égal à celui du frottement de terre contre maçonnerie. *Il supprime* la première de ces deux composantes (celle qui est parallèle au mur), comme n'ayant, dit-il, d'autre effet que de comprimer les terres du prisme ou comme étant détruite par les réactions de leurs molécules; et il regarde l'autre composante comme *la poussée effective*, seule mise en compte, par lui, dans ses calculs.

» Or, cette suppression de la composante que fournit, dans un sens parallèle au mur, la poussée dite *primitive* de chaque tranche, n'est nullement légitime d'après ce qu'on a dit pour la singulière théorie dont a été tirée la règle du tiers. Décomposée à son tour dans deux directions faisant respectivement, avec le plan de glissement et avec la face du mur, les angles qu'on a dits, la composante que M. Curie supprime fournit, dans la deuxième direction, une nouvelle portion de *poussée effective*. Cette portion, ajoutée à la

force que M. Curie appelle de ce nom, donne pour somme, précisément, ce qu'on a, suivant la même direction (faisant l'angle du frottement avec la normale au mur), lorsqu'on décompose de suite, soit comme a fait Poncelet, le poids total du prisme de poussée, soit celui de chaque tranche, en deux forces, l'une, ayant cette direction-là, l'autre (qui seule peut être abstraite), suivant la direction qui fait un angle analogue avec le plan de glissement.

» C'est cette première composante, dont Poncelet a donné l'expression pour tout le prisme, qui doit être prise pour la poussée réelle, relative à une valeur déterminée quelconque de l'angle de glissement, lorsqu'on adopte l'hypothèse de rupture suivant des faces constamment planes, et qui soient, aussi, supposées toutes parallèles, malgré l'impossibilité, signalée par M. Scheffer, de cet exact parallélisme dans tous les cas.

» Il est vrai que M. Curie ne décompose pas toujours en deux autres cette force, de direction parallèle au plan de glissement, qu'il appelle *la poussée primitive*. Il la conserve dans sa grandeur totale, et aussi dans sa direction, et il la regarde comme donnant immédiatement la poussée *effective*, dans les cas où cette direction, qui est celle des plans de glissement, fait, avec la normale à la face du mur, un angle moindre que l'angle du frottement de terre contre maçonnerie; car, alors, il pense qu'il ne saurait y avoir de glissement de la terre contre cette face.

» Mais c'est corriger partiellement, pour ce cas, une erreur par une autre erreur.

» Il suffit, en effet, de tracer une épure de la coupe d'un mur de soutènement et des couches parallèles de terre qui glisseront les unes sur les autres dès que le mur éprouvera le commencement d'un renversement, susceptible d'être figuré lui-même sur l'épure, pour se convaincre que lorsque le mur cédera ainsi, les mêmes molécules de terre ne pourront pas rester contiguës ou très-voisines de la face pressée de ce mur. Il y aura nécessairement un glissement relatif de la terre, ou contre le mur, ou contre les parcelles de terre qui pourront rester dans ses rugosités. D'où il suit que la poussée effective, qui est à calculer pour le premier instant d'une rupture supposée de l'équilibre, ne peut avoir d'autre direction que celle qui fait, avec la normale à la face postérieure du mur, un angle égal à celui du frottement de terre contre maçonnerie (angle qu'il convient, comme on sait, de prendre le même que celui de terre contre terre, pour peu que le parement du mur soit raboteux).

» D'où il suit bien que si l'on continue d'admettre comme hypothèse,

au moins approchée, que la rupture s'opère suivant des plans, tous sensiblement de même direction dans chaque cas, il faut en revenir à la solution de Poncelet, complétée à quelques égards par M. Saint-Guilhelm, qui consiste à décomposer le poids de tout le prisme de glissement en deux forces faisant les angles de frottement avec la normale au mur et avec la normale à la face (d'abord inconnue) de glissement de la terre, et à prendre la première de ces deux composantes pour la poussée sur le mur (1).

» **5.** Que M. Curie continue donc, avec son esprit d'exactitude et sans prévention, à faire d'intéressantes expériences de mesurages de poussées; qu'il enrichisse de faits nombreux la pratique, et qu'il les représente, s'il le veut, par des formules empiriques, construites n'importe comment; nous y applaudirons.

» Mais qu'il renonce à faire accepter une théorie contraire aux principes les plus simples de la Statique, et à combattre non-seulement celle que Coulomb a fondée en partant d'une hypothèse approximative (dont M. Curie part lui-même), mais aussi les théorèmes de Cauchy rappelés et une théorie récente et rationnelle que l'on commence à enseigner, qui dispense, quand on peut l'appliquer, de la recherche analytique du maximum de la poussée, ainsi que celle du maximum de son moment (que M. Curie y avait substituée avec raison); théorie qui a été approuvée par l'Académie, à la suite d'un mûr examen, après avoir été professée depuis 1857 par les savants ingénieurs dont nous avons cité les noms. »

NAVIGATION. — *Dispositions proposées pour établir un service régulier de navires porte-trains entre Calais et Douvres;* par M. **Dupuy de Lôme**.

« L'amélioration des moyens de passage entre l'Angleterre et la France est une question qui a été l'objet de nombreuses études depuis bien des années. Il est inutile d'insister sur la grandeur du bienfait qu'apporterait une bonne solution de ce problème pour les deux grands peuples séparés par le pas de Calais.

» L'Académie connaît les projets de pont sur le détroit et celui de tunnel en dessous. Il n'entre point dans mes vues d'examiner ici ces projets, ni

(1) Ce qui a pu tromper M. Curie, c'est qu'il a voulu que chaque tranche pressât le mur suivant la ligne menée de son centre de gravité au point milieu de l'élément superficiel suivant lequel elle touche le mur. Or il n'y a de cela aucune nécessité.

d'aborder la question des dépenses qu'on ne peut pas cependant isoler de la question scientifique quand on veut arriver à l'exécution.

» Je me borne, à cet égard, à émettre l'opinion que c'est par l'amélioration des navires et des ports qu'on peut arriver, rapidement et sans le concours financier de l'État, à donner aux communications entre l'Angleterre et la France tout le confortable et toute l'activité qu'on peut désirer.

» La création d'un service de paquebots entre la France et l'Angleterre, établi dans des conditions de bien-être, de rapidité et de sécurité dignes de la grandeur de ces deux nations et de l'état actuel de la science, exige des navires de plus grandes dimensions et de bien plus grandes puissances motrices que ceux employés jusqu'à ce jour pour la traversée du pas de Calais. Il est, en outre, nécessaire que ces paquebots puissent partir et arriver à des heures fixes, indépendantes de la marée.

» Les dépenses auxquelles on est conduit pour satisfaire à ces conditions sont déjà telles, que l'établissement d'un pareil service, sans subvention des gouvernements, n'est possible qu'en ajoutant aux recettes provenant des passagers un supplément considérable par le transport des marchandises.

» Ce transport des marchandises serait lui-même incompatible avec l'usage économique de grands paquebots rapides, exigeant la multiplicité des voyages d'un même navire dans une journée, s'il fallait opérer l'embarquement ou le débarquement des colis par petits groupes isolés.

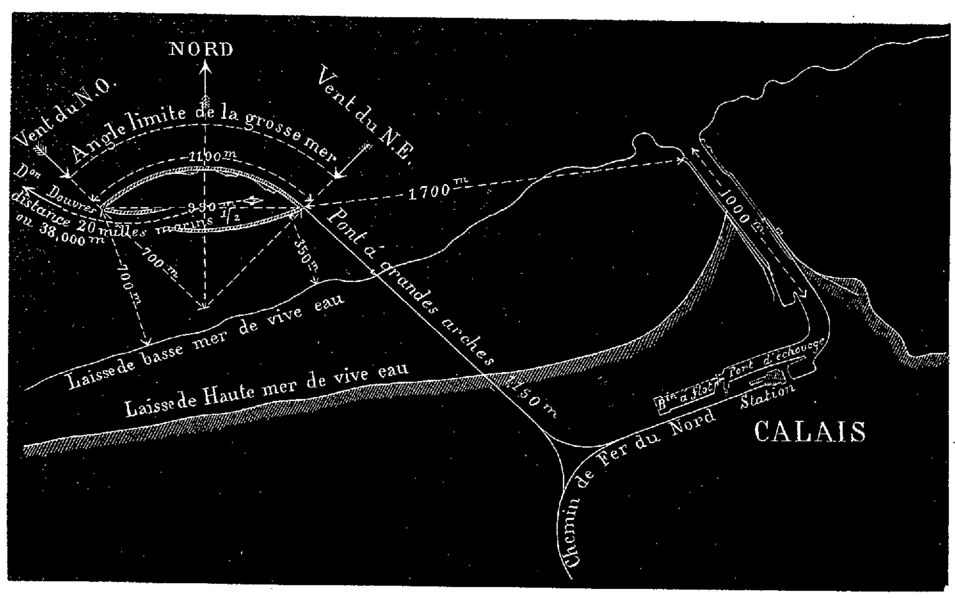
» La solution complète du problème se trouve heureusement dans la possibilité de transporter sur ces grands navires des trains entiers composés des wagons roulant sur les chemins de fer de France et d'Angleterre.

» En outre, les voyageurs ne laisseront pas que de trouver, dans l'embarquement commode et rapide des trains, des avantages qu'apprécieront ceux qui ont eu à s'embarquer ou à débarquer avec leurs familles par des nuits froides et pluviales en passant sur ces planches vacillantes servant de communication entre le quai et le paquebot.

» Du côté de l'Angleterre, le port de Douvres, que le gouvernement anglais améliore encore par le prolongement apporté chaque année à la grande jetée dite *Jetée de l'Amirauté*, présente déjà des profondeurs suffisantes pour recevoir les plus grands bâtiments. Vers l'extrémité de cette jetée, il y a maintenant 40 pieds d'eau à marée basse. La *Commission des cinq ports* est, en outre, toute disposée à faire les travaux nécessaires pour approprier tout à fait le port de Douvres à l'embarquement et au débarquement des trains.

» Du côté de la France, dans la région de notre littoral, à portée de Douvres, il n'existe aucun port capable de se prêter, dans l'état actuel, à un service régulier de grands paquebots partant à des heures fixes.

» J'ai recherché, conjointement avec un ingénieur anglais, M. Scott Russel, que je me suis associé dans cette étude d'un intérêt éminemment international, les moyens de créer sur notre littoral de la Manche un port approprié au service de navires porte-trains reliant les chemins de fer de l'Angleterre à ceux du continent.



Gare maritime à Calais.

» La localité de Calais nous a paru celle qui se prête le mieux aux conditions générales d'une pareille création; mais, pour y obtenir la profondeur d'eau, il fallait renoncer à l'emploi des jetées pleines, sensiblement normales à la direction du rivage et entre lesquelles on creuse un chenal jusqu'à trouver au large la profondeur d'eau voulue.

» Sur cette côte, le long de laquelle les mouvements de la mer opèrent une translation continue du sable, tout obstacle apporté au courant parallèle au rivage change sa configuration d'équilibre, et la nouvelle laisse de basse mer recule bientôt vers le large jusqu'à l'embouchure des jetées.

» Le port, spécial à notre service projeté de navire porte-trains, est donc conçu de façon, non-seulement à ne pas gêner le courant de flot et de jusant, mais, au contraire, à en accroître l'intensité le long du rivage.

» A cet effet, notre port, que nous appellerons notre *gare maritime*, est contenu dans un petit îlot oblong ayant son grand axe légèrement oblique à la direction du rivage, de manière que le chenal, laissé entre l'îlot et la terre, ait son ouverture la plus grande se présentant au courant de flot.

» La forme de cet îlot résulte de la juxtaposition de deux arcs de cercle accolés par leur corde commune d'une longueur de 990 mètres. Cette corde est dirigée suivant une ligne est et ouest; la largeur totale de l'îlot est de 320 mètres. Il est établi à l'ouest des jetées du port de Calais avec sa pointe la plus rapprochée à 1700 mètres de leur extrémité.

» Le côté de l'îlot opposé à la mer du large est entièrement fermé par une forte jetée en maçonnerie, et le côté de terre par une seconde jetée également pleine, mais de bien moindre importance, et dans laquelle est pratiquée l'entrée du port. Sa direction se présente convenablement pour la route suivie par les navires porte-trains venant de Douvres, qui trouveront sur leur passage jusqu'à cette entrée près de 7 mètres d'eau aux basses mers d'équinoxe, en contournant l'extrémité ouest de l'îlot par une ligne d'un rayon de courbure de plus de 900 mètres.

» L'entrée de ce port a 80 mètres de largeur, et sa position dans la partie de l'îlot qui regarde la terre la mettra complétement à l'abri de la grosse mer du large, dont la direction dans cette localité reste comprise entre les limites du nord-ouest et du nord-est.

» Dans l'intérieur de cette gare, par les plus mauvais temps, les eaux seront presque complétement calmes, et, en tous cas, elles le seront suffisamment pour permettre, sans aucune difficulté, les manœuvres d'embarquement et de débarquement des trains.

» Cette tranquillité de l'eau résultera nécessairement de la largeur modérée de l'entrée comparée à la surface d'eau intérieure, qui est de plus de 18 hectares, de la position de cette entrée complétement à l'abri de la mer du large, enfin de la nature du rivage en pente douce, où les lames iront mourir sans produire de ressac répercuté vers l'entrée de notre port.

» La jetée extérieure de la gare maritime sera reliée à la terre par un pont métallique formant la tangente de la partie est de cette jetée. Ce pont sera composé de larges travées laissant de vastes débouchés aux courants, et il sera assez élevé pour être à l'abri de l'atteinte des plus hautes lames.

» L'îlot oblong contenant notre port restera ainsi, pour ainsi dire, *isolé* du rivage; les courants qui longent la côte continueront à se produire. Il arrivera même que celui de la marée montante, qui est à Calais le plus

énergique et le plus prolongé, se trouvant saisi entre la pointe ouest de l'îlot et le littoral, sera obligé de se concentrer vers la région, relativement rétrécie, occupée par le pont avec une vitesse sensiblement accrue, qui viendra produire une chasse devant l'entrée du port actuel de Calais.

» Grâce à l'ensemble de ces dispositions, le chenal entre l'îlot et la terre ne saurait manquer de se conserver sans ensablement, et, s'il s'en produisait un peu dans l'intérieur même de la gare, des draguages d'entretien en auraient facilement raison.

» Avant d'exposer le mode d'embarquement des trains, il est nécessaire que je décrive, au moins sommairement, les navires eux-mêmes destinés à les porter. Ils auront pour dimensions principales :

Longueur	135,00 m	
Largeur	11,20	
Tirant d'eau en charge	3,50	
Déplacement d'eau	2700	tonnes.

» Ils seront mus par des roues à aubes de 10 mètres de diamètre, actionnées par une machine pouvant réaliser jusqu'à 3600 chevaux de 75 kilogrammètres.

» Chaque navire pourra porter un train, soit de voyageurs, soit de marchandises, de 119 mètres de longueur, sans la locomotive qui restera à terre. Le train de marchandises, supposé chargé au complet, ne pèsera pas plus de 300 tonnes et celui de voyageurs, également au complet, 180 tonnes. Pour le plus lourd de ces poids, l'enfoncement produit sur le navire sera de 27 centimètres.

» Le train sera introduit dans le navire par son arrière sur les rails d'une voie centrale portée par le pont inférieur, placé à une hauteur moyenne de 2 mètres au-dessus de l'eau. Il sera recouvert par le pont supérieur, et se trouvera ainsi dans un entre-pont parfaitement à l'abri des embruns de la mer; mais cet entre-pont sera en même temps amplement pourvu d'air et de lumière.

» Aussitôt le train embarqué, il sera rapidement fixé sur ses rails, et les voyageurs, invités à quitter les voitures pendant la traversée, trouveront, à droite et à gauche du train, des salons spacieux ou des chambres isolées.

» Ces salons seront aérés par de grands sabords que leur élévation audessus de l'eau permettra de laisser ouverts, sauf dans les circonstances de très-mauvais temps; et, lors même que la violence de la mer obligera à les fermer, l'aération de l'entre-pont restera encore assurée par les larges ouvertures du pont supérieur présentant une vaste promenade élevée.

» La vitesse en mer sera de 18 milles nautiques à l'heure par beau

temps, et, comme la distance entre Douvres et la gare maritime à établir près de Calais est de $20^{\text{milles}},8$ ou de $38^{\text{km}},5$, la traversée par beau temps se fera en *une heure dix minutes*. On peut compter que, même par très-grosse mer, grâce à la grande puissance de la machine et aux dimensions du navire, cette traversée ne durera jamais plus d'*une heure et demie*. Les brumes compactes qui accompagnent quelquefois les calmes, ou encore les tourbillons de neige intenses pourront seuls occasionner des retards exceptionnels par l'obligation qu'ils imposent de modérer la vitesse; mais ces retards ne seront pas plus fréquents que ceux qu'éprouvent parfois les trains de chemins de fer dans des circonstances analogues.

» Quelques minutes suffiront pour l'embarquement ou le débarquement d'un train, et nous verrons qu'avec les dispositions étudiées pour ces opérations aucun mauvais temps ne pourra les entraver. La durée maximum du voyage pourra donc se calculer avec certitude en ne se donnant qu'une marge modérée, et les départs ainsi que les arrivées de trains de chaque côté du détroit se feront à heure fixe, comme le service ordinaire des chemins de fer.

» Quant aux qualités nautiques de ces navires porte-trains dont le chargement sera presque constant, et qui sont destinés à naviguer toujours dans les mêmes parages, elles *peuvent être*, et par conséquent elles *doivent être* très-supérieures à celles qu'il est possible de réunir sur les paquebots ordinaires destinés à de grandes navigations. Je désire appeler particulièrement sur ce point l'attention de l'Académie.

» En effet, les grands paquebots qui font le voyage de l'Europe dans l'Inde sont faits pour porter jusqu'à 1500 tonnes en poids de marchandises et 700 tonnes de charbon. Ces poids doivent en grande partie pouvoir être ou ne pas être à bord sans que la navigation soit compromise.

» Les paquebots transatlantiques faisant à grande vitesse les traversées d'Angleterre, de France et d'Allemagne en Amérique doivent emporter environ 1300 tonnes de charbon *qu'ils consomment presque complétement en route*.

» La stabilité doit être calculée de façon à satisfaire aux divers états de chargements si variables de ces paquebots. N'est-il pas évident *a priori* que la solution à intervenir, au point de vue de la position du métacentre, du centre de gravité et du moment d'inertie latérale, ne saurait être aussi satisfaisante, pour tous les cas, que s'il s'agissait d'étudier le navire pour un chargement constant?

» Il est en outre une autre considération des plus importantes au point de vue de l'amplitude des mouvements de roulis.

» Tout navire dans un état de chargement donné est caractérisé par une durée de ses mouvements de roulis, durée qui lui est propre, qui est une fonction de son couple de stabilité, de son moment d'inertie et des résistances passives nées des mouvements du roulis tant dans l'eau que dans l'air. Cette durée est indépendante de l'état de la mer, dont les lames, plus ou moins grosses, plus ou moins vives ou lentes, influent sur l'amplitude des roulis, sans en modifier sensiblement la durée.

» Cela posé, on comprend de suite que, si la durée naturelle des roulis du navire coïncide ou se rapproche de la durée de succession des lames, l'amplitude des roulis peut atteindre des proportions considérables, et que si, au contraire, il y a désaccord très-marqué entre la durée naturelle des roulis propres au navire et le temps qui s'écoule entre l'arrivée des deux lames successives, le mouvement de roulis produit par une lame est presque complétement arrêté par la lame suivante. Pour les navires destinés à naviguer dans le monde entier, il est impossible de chercher *a priori*, en les construisant, à établir cette discordance dont je viens de parler, mais pour la construction d'un paquebot destiné à une traversée constante, telle que celle du pas de Calais, on peut et l'on doit connaître la durée habituelle de la succession des lames par les vents qui produisent les grandes ondulations roulant sensiblement en travers de la direction de la route à suivre. On peut et l'on doit construire le paquebot de manière que la durée naturelle de ses oscillations soit en désaccord marqué avec la durée de succession des lames qui le prendront par le travers.

» Cette durée pour les navires allant de Calais à Douvres et *vice versa*, tant par la grosse mer venant de l'est que par celle venant de l'ouest, ne varie guère qu'entre 7 et 8 secondes. Or, dans l'état actuel des choses, c'est aussi, à très-peu près, la durée naturelle de l'oscillation complète d'un bord sur l'autre, avec retour sur le même bord pour la plupart des paquebots qui traversent le détroit.

» Le navire porte-trains que j'ai étudié ne doit avoir que $4\frac{1}{2}$ à 5 oscillations complètes par minute d'un bord sur le même bord, suivant qu'il sera chargé avec un train de marchandises ou avec un train de voyageurs; la durée de ces oscillations sera donc de 12 à 13 secondes, et, cette durée étant très-supérieure au temps de succession des grosses lames, qui est, dans ces parages, de 7 à 8 secondes, une lame détruira le roulis produit par la précédente, au lieu d'y ajouter une impulsion nouvelle; ces roulis ne pourront donc jamais, dans ces circonstances, atteindre des amplitudes comparables à celles des paquebots actuellement employés aux relations entre l'Angleterre et le continent.

» Je vais maintenant parler du mode d'embarquement des trains. Un embranchement se détachant de la ligne du chemin de fer du Nord viendra aboutir au pont de la gare maritime. Les trains parcourront ce pont sur une voie unique et arriveront sur la jetée extérieure à une hauteur de $4^m,40$ au-dessus des plus hautes mers d'équinoxe. Ils descendront sur la partie extérieure de cette jetée qui présentera, à cet effet, une rampe inclinée à $5\frac{1}{2}$ millimètres par mètre; ils viendront ainsi aboutir à un palier horizontal occupant toute la largeur de l'extrémité ouest de la jetée.

» Ce palier sera à $8^m,30$ au-dessus des basses mers d'équinoxe et à 1 mètre au-dessus des plus hautes mers de la même époque. La jetée extérieure sera protégée contre la projection des lames par un abri en partie maçonné, en partie en tôle et cornières, complétant, sur toute la longueur de cette jetée, dont l'intérieur seulement sera en pente, une hauteur extérieure constante de $9^m,40$ au-dessus de hautes mers. Cet abri formera même une gare entièrement couverte sur le palier indiqué ci-dessus.

» Les trains viendront s'y arrêter, pour s'aiguiller ensuite, en reculant sur la voie descendant, en sens inverse de la première pente, sur l'autre moitié de la largeur de la jetée, et se dirigeant vers trois embarcadères. Ce mouvement permettra à la locomotive de rester sur le quai, sans même s'engager sur les ponts-levis d'embarquement.

» En effet, elle poussera à bord le train, par l'intermédiaire de quatre trucs vides, qu'elle ramènera ensuite en gare.

» Moyennant l'emploi de trois embarcadères, situés à des hauteurs différentes, chacun d'eux n'aura plus qu'à racheter une dénivellation égale au tiers de la marée maximum. Elle est à Calais de $7^m,29$, dont le tiers est de $2^m,43$.

» En outre, la hauteur de chaque embarcadère sera réglée de façon que, pour la période de la marée qu'il desservira, le pont du navire destiné à recevoir le train se présentera tantôt au-dessous, tantôt au-dessus de la charnière du pont-levis. Il en résultera que, pour chaque embarcadère, la dénivellation, entre les rails du quai et ceux du navire, ne s'élèvera jamais au maximum qu'à la moitié de $2^m,43$, soit à $1^m,22$. Pour un pont-levis de 30 mètres de longueur, cette déviation ne donnera qu'une inclinaison maximum de 4 centimètres par mètre.

» Le navire porte-trains viendra donc engager son arrière dans l'appontement choisi suivant l'heure et le jour; il sera tenu solidement à ce poste en appliquant son flanc contre un buttoir assurant la parfaite direction de son axe; le pont-levis portant des rails qui seront le prolongement de

ceux de la voie de terre viendra s'abattre sur l'arrière du navire porte-trains, et reliera ainsi les rails du quai à ceux du pont du navire. Chaque pont-levis sera équilibré par des contre-poids. Le soulèvement ou l'abaissement du pont-levis se fera ainsi par deux hommes.

» Il ne reste plus, pour achever cet exposé sommaire, qu'à dire que, en prévision des petits mouvements que pourrait encore éprouver le navire amarré à son poste d'embarquement, ces ponts-levis seront construits de façon que, pendant que leur charnière du quai restera solidement horizontale, leur seconde charnière sur le pont du navire pourra se prêter à suivre ses petites oscillations par un léger gauchissement du pont-levis, construit à cet effet, et sans que la continuité des rails correspondants en soit aucunement dérangée.

» Les trains venant pour débarquer feront la manœuvre inverse de celle qui vient d'être décrite.

» Avec deux navires en service et un troisième en réserve, on pourra faire par jour jusqu'à huit voyages d'aller et huit voyages de retour, soit seize traversées simples.

» En supposant les trains de marchandises et de voyageurs alternés et convenablement composés, ce service suffirait, par jour, au transport de 2400 tonnes de marchandises, et offrirait 2200 places de voyageurs, non compris ceux qui prendraient directement passage à bord, sans avoir leur place au train embarqué.

» Si tous les wagons de passagers ou de marchandises étaient chargés au complet à chaque traversée, cela ferait par année 800 000 places de voyageurs et 870 000 tonnes de marchandises.

» C'est là l'utilisation maximum de nos deux navires, sur laquelle on ne doit pas compter : il suffit d'un transit bien moindre en passagers et marchandises pour assurer le succès financier; mais je n'ai pas à examiner ici l'entreprise à ce point de vue, ne me proposant d'exposer à l'Académie que le côté scientifique des questions étudiées pour sa réalisation. »

CHIRURGIE. — *De la galvanocaustie thermique ou électrothermie appliquée aux opérations chirurgicales.* Note de M. C. **Sédillot**.

« Les courants galvaniques reçoivent en Chirurgie de nombreuses applications dont les principales sont la galvanocaustie thermique ou électrothermie, la galvanocaustie chimique et l'électrolyse.

» *Électrothermie.* — Quand on ferme un circuit galvanique avec un

fil de platine plus mince et moins bon conducteur que les extrémités du fil de cuivre avec lesquelles il a été mis en communication, on le voit passer au rouge-brun, au rouge-cerise et au rouge-blanc.

» Plus le fil est fin et oppose de résistance au courant, dont l'intensité est proportionnelle à l'étendue des surfaces actives des couples de la pile, plus la chaleur est vive; aussi faut-il augmenter ces surfaces en raison de l'accroissement du diamètre du fil.

» Si l'on veut faire rougir une plus grande longueur de ce dernier, on doit multiplier les couples pour rendre plus énergique la tension de l'électricité dégagée.

» La *galvanocaustie chimique* a pour but d'utiliser les propriétés caustiques des acides et des alcalis qui se portent, les premiers au pôle positif et les seconds au pôle négatif. C'est aux points où les aiguilles, mises en rapport avec les réophores, ont été engagées dans les tissus, que la cautérisation a lieu; et, si ces aiguilles viennent à se toucher d'une manière fortuite ou volontaire, elles produisent immédiatement de la chaleur (méthode mixte).

» C'est ainsi que, dans les premières applications du courant voltaïque, faites, en 1825, par Fabré Palapart et par nous, en 1849, pour la guérison d'une tumeur érectile nasale, les aiguilles implantées à plusieurs reprises dans le tissu morbide, à courtes distances ou en contact, déterminèrent des effets thermiques et chimiques.

» L'*électrolyse* a été proposée et employée par M. Cinicelli (de Crémone) pour provoquer la résolution des néoplasmes.

» Nous avons eu recours à cette méthode et nous l'avons vue appliquée sans avantages marqués; mais on en a publié quelques succès dans le traitement des engorgements ganglionnaires indolents.

» Nous ne nous occuperons ici que de la galvanocaustie thermique, à l'occasion d'un nouvel appareil d'un de mes anciens collègues de Strasbourg, M. le Dr E. Bœckel (1).

» Depuis 1845 et 1846, où Leider (de Vienne) et G. Crussel (de Saint-Pétersbourg) eurent recours à l'électrothermie, on s'était toujours servi de pile à deux liquides.

» Middeldorpf avait construit, en 1854, un appareil complet d'électrothermie, formé d'une pile de Grove (zinc et platine) donnant un courant

---

(1) *De la Galvanocaustie thermique*, par le Dr E. Bœckel, professeur agrégé de l'ancienne Faculté de Médecine de Strasbourg. Paris, 1873.

soutenu et régulier, dont un commutateur fait aisément varier l'intensité et la tension.

» Une anse de platine disposée en serre-nœud, un couteau galvanocaustique, un cautère en bec d'oiseau et un galvanocautère étaient ses principaux instruments.

» Personne n'a méconnu l'avantage de pouvoir placer, dans la profondeur ou à la surface des organes et à la température ordinaire, un fil métallique susceptible d'être instantanément porté au rouge-blanc pour cautériser ou diviser les parties, sans perte de sang.

» J'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie, en 1870 (1), les observations d'un assez grand nombre d'opérations et particulièrement de trois amputations de jambe (2), faites avec l'appareil de Middeldorpf.

» Il importait cependant de rendre cet appareil plus léger et de fournir le moyen de mieux varier à volonté le degré de chaleur.

» Ces heureuses modifications recommandent la pile de MM. Bœckel et Redslob, qui paraît un perfectionnement de celle de M. Grenet, déjà appliquée par M. Broca.

» Cette dernière renferme deux couples (zinc et charbon), plongés dans de l'acide sulfurique étendu, avec addition de cristaux de bichromate de potasse. Le courant est d'une intensité suffisante; mais il faut l'activer par des insufflations d'air entre le zinc et le charbon, pour renouveler le liquide et en empêcher la stagnation, et on le diminue et on l'arrête en soulevant les éléments de la pile et en les dégageant du liquide.

» Un jeune médecin militaire, Eugène de Séré, tué au champ de bataille de Sedan, avait publié, à ce sujet, un travail rempli de vues ingénieuses (3).

» La possibilité de suspendre, d'activer et de graduer, à chaque moment, l'action de l'appareil n'était pas complète, et l'on était exposé à développer trop ou trop peu de chaleur.

» Voici quelques-uns des avantages de l'appareil thermo-électrique de M. E. Bœckel. La caisse est en caoutchouc durci comme celle de Leiter (de Vienne) et mesure $0^m,28$ de longueur sur $0^m,17$ de largeur et $0^m,25$ de hauteur.

---

(1) *De la suppression de la douleur dans les opérations chirurgicales* (*Comptes rendus*, 26 avril 1870).

(2) Jaxa Kwiatowski (A.-J.), *Amputations des membres par la méthode galvanocaustique*. Thèse de Strasbourg, n° 299, 3e série.

(3) Eugène de Séré, *De la galvanocaustie, du couteau galvanocaustique et de l'anse coupante à échelle graduée*. Thèse de Paris, n° 173, 1862.

» Chacun de ses quatre compartiments renferme un couple, composé d'une plaque de zinc de $0^{m},15$ sur $0^{m},20$, entre deux plaques de charbon. Ces couples, suspendus par une traverse et combinés en deux batteries, offrent une large surface active de zinc.

» Le courant est réglé avec sûreté et promptitude par un modérateur formé d'une planchette, où sont disposés deux fils d'Argentan, faisant chacun cinquante méandres, et mis en communication, avec les réophores, par une tige de cuivre, dont les roues, de même métal, marchent librement d'un bout à l'autre des fils d'Argentan, dont les coudes sont gradués de zéro à 100.

» Tout le système est intercalé dans l'un des réophores, et, selon que cette espèce de chariot avance ou recule, la chaleur croît ou diminue.

» Il suffit de nommer le numéro où les roues doivent être fixées pour obtenir très-exactement le degré thermique dont on a besoin.

» Une aiguille d'inclinaison comprise dans le courant indique la mise en activité de la pile.

» Un fil de platine de $0^{m}001$ d'épaisseur, comme M. Broca et moi l'avions employé, est facilement porté au rouge vif sur une longueur de $0^{m},25$.

» La puissance de la pile et le volume du fil doivent être réglés par les conditions opératoires, qui diffèrent beaucoup dans l'ablation d'un polype du larynx ou d'une grosse tumeur tégumentaire, et il faut toujours s'assurer expérimentalement, avant de s'en servir, du fonctionnement régulier de l'appareil.

» L'électrothermie, appliquée à des tissus dont les vaisseaux ont été comprimés, donne des escarres plus ou moins épaisses, selon le degré de la chaleur et la durée de ses applications, met à l'abri des hémorrhagies et des complications pyohémiques et septicémiques, prévient les douleurs du réveil anesthésique, et la simplicité, la précision, le moindre volume et le bas prix des appareils aideraient certainement à en répandre l'usage.

» Le couteau, l'anse de platine et le serre-nœud de Leiter (de Vienne) donnent d'excellents résultats, avec la précaution d'éviter les plissements du fil, dont les points d'émergence du serre-nœud ne s'échauffent pas autant que le reste de l'anse, et cautérisent souvent, sans le diviser, le dernier centimètre du pédicule des tissus compris dans la ligature.

» Il faut alors tirer le fil à soi, au lieu d'en augmenter la striction, et M. E. Bœckel a conseillé d'y interposer, du côté du serre-nœud, un morceau de bois ou d'ivoire pour achever plus facilement l'opération.

» Ce chirurgien, multipliant les expériences déjà entreprises sur les ani-

maux, a extirpé la rate, le grand épiploon, le rein, sur des chiens dont aucun n'a succombé.

» MM. Clary (de Manchester), Kœberlé, Baker-Brown, Tyler-Smith, Spencer-Wells, Krassowsky (de Saint-Pétersbourg) avaient reconnu l'innocuité habituelle des escarres intrapéritonéales, et ce dernier chirurgien paraît avoir divisé, avec l'anse galvanocaustique, le pédicule de plusieurs kystes ovariques, dont la réduction n'entraîna pas d'accidents.

» Parmi les trente-deux opérations galvanocaustiques, pratiquées par M. E. Bœckel, on trouve l'ablation d'une épiplocèle volumineuse, dont l'escarre rentra, en partie, dans l'abdomen, sans que la guérison en ait été empêchée.

» Ces faits, et les expériences, montrent que les surfaces cautérisées ne jouent pas nécessairement, dans les cavités closes, le rôle de corps étrangers, s'éliminant par ulcération et suppuration, ou s'isolant dans un kyste.

» Des adhérences curatives se forment, et l'on aperçoit les parcelles carbonifiées microscopiques, disséminées et en voie de disparition.

» Quelques chirurgiens avaient admis un degré de chaleur hémostatique, correspondant au rouge-brun. Nous avons cherché à prouver que l'hémostasie dépend de l'épaisseur de l'escarre et de la densité et de la sécheresse des tissus sur lesquels porte le cautère, qui perd sa chaleur au contact des parties et les charbonne avec flamme, s'il ne fait que les effleurer.

» Ces faits, également étudiés par M. E. Bœckel, l'ont conduit aux mêmes conclusions.

» De nombreux travaux ont mis hors de doute l'importance et les avantages de l'électrothermie, dont les appareils compliqués ont seuls retardé les applications, et la Chirurgie est intéressée à en suivre et à en signaler les progrès. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Nouvelles recherches sur le diamètre solaire.* Lettre du P. **Secchi** à M. le Secrétaire perpétuel.

« Rome, 19 juillet 1873.

» La variabilité du diamètre solaire à intervalles de temps assez petits et irréguliers, telle que je l'ai signalée d'après nos résultats, n'a point surpris les astronomes habitués à l'observation du Soleil : ainsi M. Spœrer s'est montré très-favorable à ce résultat. Au commencement du siècle, le célèbre Carlini de Milan s'était occupé de ce sujet, et, dans un Mémoire inédit du 24 mai 1818, dont je dois la connaissance à M. Schiaparelli, il avait conclu que les causes ordinaires des erreurs d'observa-

tions assignables dans les passages méridiens ne pouvaient expliquer le phénomène, de sorte qu'on ne pouvait l'attribuer qu'à l'action de l'atmosphère, mais comme cause provisoire, jusqu'à ce que la véritable fût trouvée.

» Les observations du P. Rosa jetèrent quelque lumière sur l'origine de ces irrégularités, en signalant la région des taches comme celle des diamètres les plus variables et les plus petits. Je regrette que les autres observations n'aient pas encore été discutées et réduites à ce point de vue; mais heureusement, le 8 de ce mois, nous avons été témoins d'un phénomène qui confirme manifestement ce résultat et répond aux objections faites à nos conclusions.

» Le 8 juillet, le P. Ferrari, en faisant le dessin des taches, s'aperçut que le bord solaire était considérablement déprimé dans la région où un groupe de taches s'était occulté en partie. La dépression était très-visible, quoiqu'il n'y eût pas trace distincte de tache au bord; sur une projection de 243 millimètres de diamètre, elle excédait 1 millimètre de flèche et pouvait s'estimer à 7 ou 8 secondes. Elle était très-visible à l'œil, avec l'oculaire ordinaire; en employant un oculaire de projection plus puissant, on la rendait visible à plusieurs personnes au premier coup d'œil, et il était impossible de la confondre avec l'oscillation atmosphérique. Cette dépression s'étendait, à partir du point le plus occidental ouest, de 20 à 29 degrés vers le nord. Elle n'avait pas de bord tranché, comme il arrive pour les taches visibles au bord; mais le bord solaire s'infléchissait doucement, pour se relever ensuite lentement et se raccorder avec la courbure générale; les observateurs caractérisaient l'aspect qu'elle présentait par l'expression de *ammaccatura*. La dépression était considérablement plus large que la tache, qui était cachée ou exactement au bord, et qui était visible le jour précédent. Près du bord nord, cette dépression était le siége d'une vive éruption métallique tourbillonnante, qui présentait une protubérance en forme de zigzag, projection évidente d'une colonne spirale (observable entre 8 et 9 heures du matin).

» A cause de sa position, cette dépression ne pouvait pas influer sur le diamètre solaire pris au passage méridien; mais il est évident que, si elle avait été sur le diamètre parallèle au mouvement diurne, elle en aurait notablement diminué la valeur. Ce n'est pas la première fois qu'on observe dans les grandes taches une dépression du bord solaire; mais cette fois la dépression s'étendant, comme je l'ai dit, bien au delà de la tache, il en résulte que des irrégularités très-considérables peuvent se former dans la

couche photosphérique, même indépendamment des taches, et qu'elles peuvent modifier la valeur du diamètre solaire dans les régions d'activité, sans préjudice, bien entendu, de causes plus générales dont l'influence se fait sentir sur l'astre entier.

» Pour ce qui concerne le diamètre solaire, dans ma Communication du 9 novembre 1872 (*Comptes rendus*, t. LXXV, p. 1583), j'avais donné les résultats des observations faites avec la combinaison spectroscopique que j'indiquais comme pouvant servir pour le passage de Vénus, et avec laquelle j'ai observé la dernière éclipse du Soleil. Le diamètre ainsi déterminé était beaucoup plus petit (8 secondes environ) que celui du *Nautical Almanac,* résultat qu'on pouvait bien prévoir, avec un moyen d'observation si extraordinaire. Je ne prétendais pas que le diamètre solaire des Tables fût erroné, et je ne proposais pas non plus de modifier la valeur du diamètre adopté; je signalais seulement un résultat assez intéressant pour en tenir compte dans les recherches physiques sur cet astre et pour quelques usages spéciaux. Déjà les astronomes anciens s'étaient aperçus, dans le calcul des éclipses, que le diamètre solaire des Tables était trop grand, et Duséjour proposait de le diminuer de $3\frac{1}{2}$ secondes, en quoi il s'est accordé avec plusieurs astronomes (1). Dans les temps modernes, à Greenwich même, on a modifié, il y a peu d'années, la valeur adoptée pour le diamètre solaire, de sorte que je ne croyais pas commettre un sacrilége en relevant ces différences.

» M. Respighi a voulu répéter ces observations : il est arrivé à un résultat contraire au mien, c'est-à-dire à la valeur *toujours exacte* du *Nautical Almanac.* Il a cherché alors à montrer que mes observations devaient être entachées d'erreurs, dont quelques-unes seraient même assez grossières. Les causes principales de mes erreurs seraient les suivantes (2) : 1° l'usage d'un prisme à vision directe, dont le pouvoir réfringent serait *probablement* variable sous l'action de la chaleur, et, pour cette raison, il préférerait un prisme objectif; 2° une inadvertance provenant de ce que je n'aurais pas bien disposé les prismes, avec les plans de dispersion parallèles entre eux et au mouvement diurne de la sphère céleste, en sorte que j'aurais mesuré une corde et non un diamètre du Soleil; 3° l'instabilité de mes lunettes, due au vent et au mouvement des voitures (*sic*); 4° l'omission de la correction de réfraction, qui *pouvait* bien n'être pas négligeable.

---

(1) Delambre, *Astronomie,* t. II, p. 423.

(2) *Atti dell' Accademia R. de' Lincei,* 5 genn. 1873, reçu le 18 juillet 1873.

» On voit, d'abord, que toutes ces objections ne signalent que des *possibilités*, et j'ai l'honneur d'assurer le savant astronome qu'aucune ne se confirme. La correction de réfraction atmosphérique était, *comparativement* aux différences trouvées, toujours négligeable, les observations ayant été toujours assez voisines du méridien. Quant à l'instabilité de l'équatorial, elle est tout à fait imaginaire, surtout pour ce qui regarde les voitures dont l'influence n'est absolument pas sensible : il en est de même du vent, car je me suis bien gardé de faire les observations avec le vent en face, ce qui aurait été impardonnable. Mais je m'étonne qu'on attribue les différences trouvées à ces causes accidentelles, qui auraient eu pour effet de donner des résultats *irréguliers* et non des résultats constamment *dans le même sens;* sans prétendre obtenir avec un équatorial la stabilité d'un instrument méridien, les écarts des observations et l'erreur probable montrent que nous avons eu une stabilité plus que suffisante.

» Quant à l'installation des prismes, c'est là une chose trop élémentaire pour qu'on puisse supposer qu'elle nous ait échappé, quoique nous n'ayons pas détaillé la méthode employée, laquelle est connue de tous ceux qui emploient le spectroscope. Seulement, je ferai observer qu'une petite erreur, dans cette installation, n'influe pas sensiblement sur le diamètre : son effet se réduit à diminuer la dispersion. L'essentiel est d'avoir le bord solaire bien tangent aux raies dans ses points extrêmes; et, en effet, si M. Respighi lui-même a pu renverser un des prismes sans changer le diamètre, il en résulte qu'un petit angle ne pouvait pas avoir d'influence. Je répète d'ailleurs que nous avons pris toutes les précautions bien connues de tous les spectroscopistes, et que nous pouvons garantir également la stabilité du prisme interposé, ce prisme ayant été fixé dans un tube à ressort très-stable et résistant. De plus, la température arrive assez rapidement à un état d'équilibre pour donner des résultats constants, sans quoi les différences seraient progressives et non pas constantes, comme celles que fournit l'observation.

» Quant à l'usage du prisme objectif, nous avons voulu satisfaire le désir exprimé par M. Respighi, et cela d'autant plus volontiers que c'est avec ce prisme que nous avons découvert cette combinaison spectroscopique. Nous avons donc fait, avec un prisme de ce genre, ayant 6 pouces de diamètre et 13 degrés d'angle, des séries d'observations dont nous ne reproduirons *in extenso* que celle du 7 juillet, faite entre 10 et 11 heures, car les autres ont donné le même résultat : on pourra ainsi apprécier la valeur des objections relatives à l'instabilité des instruments.

Diamètre d'après la raie C.		Diamètre d'après la raie B.	
2m 16s,70		2m 16s,30	
17,00		16,55	
16,65	Moyenne :	16,40	Moyenne :
16,20		16,40	
16,80	16s,695	16,45	16s,542
16,65	N.A. = 17,000	16,55	N.A. = 17,000
16,90	Diff. 0,305	16,65	Diff. 0,450
16,85		16,45	
16,30	= 4″,55	16,65	= 6″,87
16,65		16,75	
16,70	Erreur probable :	16,45	Erreur probable :
16,45	= 0,186	16,75	= 0,099
17,00		16,70	

» Le P. Rosa a trouvé, ce jour-là, pour valeur du diamètre solaire $2^m 17^s,00$, comme dans le *Nautical Almanac*.

» Ce tableau montre : 1° que même avec le prisme objectif, le diamètre donné par la raie C est plus grand que celui de la raie B, ce qui, soit dit en passant, résulte encore des observations de M. Respighi pour les raies C et F; 2° que les résultats sont toujours moindres que celui du *Nautical Almanac*, et qu'aucune valeur ne le surpasse, même pour la raie C, qui est plus difficile à employer avec ce prisme; 3° cependant on voit encore que la différence est ici un peu moindre que dans les observations précédentes, ce qui tient à une cause très-importante, et que je vais exposer, car elle nous conduit à expliquer les résultats obtenus par M. Respighi.

» Cette cause particulière consiste en ce que le prisme objectif donne une image solaire à couleurs très-pures vers ses extrémités de l'image, mais que cette image est presque blanche en son milieu, à cause de la petitesse de l'angle réfringent, qui est de 13 degrés seulement. La dispersion est beaucoup plus faible que celle du prisme à vision directe, que l'on employait auparavant. Il en résulte que, dans l'observation du bord précédent, la raie C était très-bien détachée du bord et parfaitement séparée, et l'observation des taches était très-nette; au contraire, dans l'observation du bord suivant, cette raie se voyait à peine et se perdait au milieu de l'agitation atmosphérique, dont ce bord était entouré, pendant que l'autre était très-tranquille. Le limbe suivant était donc vu à peu près comme avec les verres ordinaires. Le prisme objectif n'est donc pas préférable pour *ce genre de recherches*, quoiqu'il puisse être préféré pour d'autres observa-

tions, comme celles des taches situées près du bord, puisque l'on peut toujours observer du côté des couleurs les plus pures.

» Je dis que ces particularités expliquent le résultat obtenu par M. Respighi. En effet, il nous assure lui-même, dans sa Communication du 7 avril 1872 (1), que, dans son appareil, « les raies se voyaient très-faibles sur le » disque et sur la chromosphère, et que le moindre brouillard les faisait » disparaître ». Il nous assure ailleurs que, par ce moyen, « les bords se » voient agités comme avec les verres de couleur ordinaires », et que, enfin, il voyait ces taches « certainement moins bien qu'avec les verres de » couleur ». Tout cela dépend de ses prismes, car, pour moi, j'obtiens un résultat tout différent.

» Avec de tels défauts dans son instrument, je m'étonne qu'il ait entrepris de battre en brèche des résultats obtenus dans des conditions bien supérieures, et n'offrant pas trace de ces défauts; toute la différence est dans la faiblesse de dispersion de ses appareils. Je m'en suis convaincu en faisant usage de pièces d'une portée comparable et douées de facultés dispersives semblables. Il nous dit lui-même que son prisme objectif disperse moins que le spectroscope, et que, pour cette raison, on voit les images déformées. Son spectroscope n'avait qu'un prisme à vision directe (j'ignore s'il en a maintenant augmenté la puissance); ce prisme est excellent, sans doute, mais sa faculté dispersive est calculable et ne dépasse pas celle de deux prismes ordinaires. Lors même qu'il aurait ajouté un second prisme, la dispersion serait celle de quatre prismes ordinaires. La longueur focale de l'objectif auquel il applique le prisme est inférieure à la moitié de celle de notre lunette, de sorte que, somme toute, sa dispersion est bien moindre que la nôtre.

» Cette dispersion moindre se révèle aussi par l'étendue du spectre visible dans le champ du spectroscope, laquelle est plus considérable que celle que nous pouvons voir dans le nôtre. Celui-ci, outre un fort prisme à vision directe, équivalant à deux prismes ordinaires, a encore trois prismes à vision angulaire de flint, extra-dispersifs, faits exprès par M. Merz, et l'ensemble équivaut à sept ou huit prismes. Le prisme que nous interposons est aussi l'un des plus dispersifs de M. Merz, et sépare si bien les

---

(1) *Atti dell' Accademia R. de' Lincei*, 1872, p. 215 et suivantes : Come spettroscopio (questa combinazione del P. Secchi) presenta le righe lucide della cromosfera e delle protuberanze assai deboli principalmente per la viva luce dello spettro solare ne cui si projettano onde basta il più leggero strato di nebbia a velarle, ecc.

rayons, sur le disque solaire, qu'on n'y voit pas trace de blanc; c'est pourquoi nous le préférons au prisme objectif, pour ces recherches.

» Il ne faut pas se faire illusion et juger de la puissance de ce spectroscope par ce caractère qu'il permet de bien voir les protubérances. La visibilité de ces objets est le résultat de plusieurs facteurs qui peuvent, par hasard, présenter une combinaison excellente sans donner le grossissement dispersif qui est nécessaire dans le cas actuel. M. Lorenzoni a fait voir comment certaines proportions sont utiles pour les protubérances, proportions qui sont indépendantes de la force dispersive. C'est ainsi que, avec un spectroscope à prisme à vision directe, très-dispersif, je vois bien les protubérances; tandis que, avec le prisme objectif, je ne peux pas séparer suffisamment les raies en dehors du disque. De plus, il arrive que des prismes excellents pour l'usage ordinaire ne sont pas suffisants pour ces observations délicates : ainsi un prisme de Hofman, qui me fait voir toutes les raies de Kirchhoff avec les longues lunettes de $0^{m},60$, n'a pu m'être d'aucun secours dans ces recherches. En résumé, je ne suis nullement surpris du résultat obtenu par M. Respighi. Il devait en être ainsi, car sa combinaison correspondait tout au plus à un verre coloré, et l'ensemble ne présentait pas un pouvoir dispersif suffisant.

» J'ai attribué la dilatation du diamètre solaire à deux causes principales : d'abord à l'influence de la couche chromosphérique qui éclaire notre atmosphère, ensuite à l'influence de l'agitation de notre atmosphère elle-même. J'ai évalué la première à 4 secondes environ, ce qui s'éloigne peu de la correction de Duséjour; M. Respighi est disposé à l'évaluer à moins de 1 seconde. Cependant comme, dans les éclipses, on voit ce bord brillant avec les raies directes, pendant une seconde de temps au moins, et que, pendant ce temps, la Lune avance de plusieurs secondes d'arc, je crois n'être pas loin du vrai; en tout cas, la cause la plus influente est l'oscillation atmosphérique. La vibration du bord solaire est comparable à la scintillation des étoiles; mais, dans ce dernier phénomène, on voit les ondulations se propager comme des vagues isolées, sur le spectre, renforçant les couleurs, sans déplacer les raies. Lorsqu'on a obtenu un spectre pur du bord solaire, ces ondulations, formées d'une couleur simple, passent sans troubler l'image; si le spectre est impur et que plusieurs couleurs se trouvent superposées, on a une série de vagues qui se troublent l'une l'autre, et rendent l'image diffuse, mal terminée, et, par là même, dilatée. On voit donc pourquoi, avec une dispersion très-faible et insuffisante, on n'obtient pas la netteté que donnent des couleurs prismatiques pures. Un système

prismatique de dispersion insuffisante ne donne donc pas des résultats différents de ceux d'un verre coloré; il doit donc conduire à trouver le diamètre ordinaire du Soleil.

» La superposition des spectres produits par des causes différentes permet d'expliquer des phénomènes assez curieux. Ainsi les vagues inclinées que présentent les étoiles, dans les spectres près de l'horizon, sont simplement dues à la superposition du spectre naturel de notre atmosphère avec celui du prisme dans la lunette. Si les deux spectres et les plans de dispersion sont verticaux, il y a une somme ou une différence de dispersion, selon que le prisme de la lunette est dans le sens de celui de l'air ou en sens contraire. Si les plans de dispersion sont rectangulaires, les raies prennent, comme deux forces qui se composent suivant les règles de la Statique, une direction inclinée et dépendant de leur dispersion relative.

» Quant à ce qui concerne la dispersion atmosphérique, j'y reviendrai dans une autre occasion. Je me contenterai, pour aujourd'hui, d'avoir rappelé combien l'hétérogénéité des rayons contribue à la confusion des images, et d'avoir fait concevoir l'avantage qu'il y aurait à trouver une substance *absolument monochromatique* à travers laquelle on pût observer les objets célestes. »

THERMODYNAMIQUE. — *Démonstration directe des principes fondamentaux de la Thermodynamique. Lois du frottement et du choc d'après cette science* [suite (1)]. Mémoire de M. A. **Ledieu**. (Extrait par l'auteur.)

« *Relation entre les forces vives réelles, d'ensemble et propres des points d'un système.* — Cherchons d'abord une relation, dans le mouvement *relatif au centre de gravité,* entre les forces vives dues aux vitesses réelles et les forces vives dues aux vitesses *d'ensemble* et aux vitesses *propres.* Les deux premières de ces vitesses ne devront pas être confondues avec les vitesses de même nom considérées dans le *mouvement total* du système, et auxquelles nous reviendrons ensuite. Quant à la troisième vitesse, elle est la même dans les deux cas.

» Prenons, pour chaque point considéré comme appartenant au *solide fictif,* la percussion instantanée y appliquée d'après nos hypothèses, et composons-la avec la percussion qui correspondrait à la vitesse de translation du centre de gravité prise en sens inverse, en un mot avec ce qu'on

(1) *Voir* les *Comptes rendus* des 14 et 21 juillet.

appelle la *percussion apparente* dans la transformation d'un mouvement absolu en un mouvement relatif; composons pareillement, pour chaque point regardé cette fois comme appartenant au système donné, sa quantité de mouvement *réelle absolue* avec sa quantité de mouvement *apparente*, c'est-à-dire avec la quantité de mouvement correspondant à ladite translation et pareillement changée de sens.

» Il est évident que chaque *percussion résultante* sera égale à ladite *quantité de mouvement résultante*. Elle sera donc de la forme mU, U étant la vitesse *réelle* du point dans le *mouvement relatif au centre de gravité*.

» Si nous considérons notre *solide fictif* à partir du repos et soumis à une série de percussions de la forme en question, il prendra un certain mouvement élémentaire qui ne sera autre que le mouvement élémentaire relatif au centre de gravité, et qui aura lieu autour d'un axe instantané de rotation passant par ce centre.

» Imaginons maintenant un système d'axes rectangulaires mobiles, dont l'origine se confonde à chaque instant avec le centre de gravité, et prenons pour axe des Z ledit axe instantané de rotation.

» Appelons :

λ la projection du rayon vecteur d'un des points du système sur le plan coordonné XY, perpendiculaire à l'axe instantané de rotation pris pour axe des Z;

$d\mathcal{A}$, $d\alpha$ les angles élémentaires décrits dans le plan XY par λ, considéré successivement comme appartenant au *système* même des points matériels ou au *solide fictif* ($d\mathcal{A}$ sera d'ordinaire différent pour chaque point du *système*, tandis que $d\alpha$ sera le même pour tous les points du *solide fictif*);

u la vitesse *d'ensemble* d'un point dans le mouvement *par rapport au centre de gravité*.

» Notons d'abord que $\lambda \frac{d\alpha}{dt} = u$. D'autre part, $m\lambda \frac{d\mathcal{A}}{dt}$ représente manifestement la projection d'une des percussions instantanées de la forme mU appliquées au solide fictif. Donc, en nous reportant à la relation bien connue de Mécanique, qui lie les moments de percussions instantanées actionnant un solide invariable, tournant autour d'un axe, et les moments des quantités de mouvement résultant de la rotation, nous aurons évidemment

$$\sum m\lambda^2 \frac{d\mathcal{A}}{dt} = \sum m\lambda^2 \frac{d\alpha}{dt};$$

d'où l'on tire

$$\sum m\lambda^2 \left(\frac{d\mathcal{A}}{dt} - \frac{d\alpha}{dt}\right) = 0. \tag{4}$$

» Maintenant appelons a la vitesse propre d'un point du système, c'est-à-dire la vitesse qui, composée avec u, redonnerait U.

» Nous aurons, entre les trois vitesses U, u et a, la relation générale

$$U^2 = u^2 + a^2 - 2ua\cos(u, a);$$

d'où

$$\Sigma m U^2 = \Sigma m u^2 + \Sigma m a^2 - 2\Sigma m u a \cos(u, a).$$

» Examinons en particulier le dernier terme du second membre de cette équation. Pour cela, imaginons trois lignes MF, MG et FG, représentant en grandeur et en direction les produits par dt des trois vitesses en question d'un point M; $a\,dt\cos(u, a)$ est égal et de signe contraire à la projection de GF sur MG, et, par suite, sur M'G', projection de MG sur le plan des XY, car M'G' est parallèle à MG, par cela même que l'on a pris pour axe des Z l'axe instantané de rotation. On a donc

$$-a\,dt\cos(u, a) = G'F'' = M'F'' - M'G'.$$

» Or, si F est la projection du point F sur le plan XY, F'F'' sera perpendiculaire à M'F''. D'ailleurs le rayon vecteur OM', mené de l'origine O des coordonnées au point M', est pareillement perpendiculaire à M'F'', toujours à cause du choix particulier de l'axe des Z. Dès lors, l'angle élémentaire M'OF'' est égal à M'OF' qui a pour mesure $d\mathcal{A}$, ou du moins n'en diffère que d'un infiniment petit du second ordre F'OF'', car le triangle F'OF'' donne

$$\frac{\sin F'OF''}{\sin(OF'F'' = F'OM')} = \frac{F'F''}{OF''} = \frac{\text{infiniment petit du premier ordre}}{\text{quantité finie}}.$$

On déduit de là $M'F'' = \lambda d\mathcal{A}$, et comme d'ailleurs $M'G' = MG = \lambda d\alpha$, il vient $-a\,dt\cos(u, a) = \lambda(d\mathcal{A} - d\alpha)$. D'après cela, et comme $u = \lambda\frac{d\alpha}{dt}$, la quantité $-2\Sigma m u a\cos(u, a) = 2\Sigma m\lambda^2 \frac{d\alpha}{dt}\left(\frac{d\mathcal{A}}{dt} - \frac{d\alpha}{dt}\right)$; mais $\frac{d\alpha}{dt}$ est le même pour tous les points du solide fictif. Donc le terme considéré devient, en définitive, $\frac{d\alpha}{dt}\Sigma m\lambda^2\left(\frac{d\mathcal{A}}{dt} - \frac{d\alpha}{dt}\right)$, et il se réduit à zéro d'après l'équation (4). Par conséquent on a, en général,

$$\Sigma m U^2 = \Sigma m u^2 + \Sigma m a^2, \tag{5}$$

première relation que nous avions en vue d'obtenir.

» Si l'on ajoute $V^2\Sigma m$ aux deux membres de l'équation (5), il vient

$$(6) \qquad V^2\Sigma m + \Sigma m U^2 = V^2\Sigma m + \Sigma m u^2 + \Sigma m a^2;$$

mais, d'après un théorème connu, le premier membre de cette équation est égal à $\Sigma m v^2$, et les deux premiers termes du second membre sont $V^2\Sigma m + \Sigma m u^2 = \Sigma m A^2$, en appelant A la vitesse *d'ensemble* d'un des points du système dans le *mouvement total*. Dès lors, l'équation (6) deviendra

$$(6\ bis) \qquad \Sigma m v^2 = \Sigma m A^2 + \Sigma m a^2,$$

qui est la relation définitive à laquelle nous nous étions proposé d'arriver dans ce paragraphe.

» VI. *Relation générale entre les travaux extérieurs, les énergies potentielles et les forces vives* d'ensemble *et* propres *des points d'un système*. — En introduisant la valeur de $\Sigma m v^2$ donnée par l'équation (6 *bis*) dans l'équation générale (1), celle-ci se transformera en l'égalité suivante :

$$(7) \qquad \Sigma \int P\,dp\cos(p, P) = \frac{\Sigma m(A_1^2 - A^2)}{2} + \left(\Phi_1 + \frac{\Sigma m a_1^2}{2}\right) - \left(\Phi + \frac{\Sigma m a^2}{2}\right).$$

Cette relation s'applique, en général, à tout système de points matériels, quel que soit le mouvement respectif de chaque point.

» Par ailleurs, il convient aussi bien au mouvement *relatif* qu'au mouvement *absolu*, pourvu qu'on joigne, aux forces extérieures et aux quantités de mouvement réelles existant à un moment donné, ce qu'on appelle les *forces* et les *quantités de mouvement apparentes*. On sait que ces éléments auxiliaires sont déterminés par la condition de donner, à chaque instant, au système considéré à partir du repos, un mouvement égal et contraire au mouvement des axes mobiles par rapport auxquels on se propose dec onsidérer le mouvement relatif. On démontre aisément que $\frac{\Sigma m a^2}{2}$ demeure indépendant de la nature du mouvement, qu'il soit *absolu* ou *relatif*. Il importe d'ajouter que les énergies potentielles Φ et Φ_1, n'étant fonctions que des distances des points matériels, conservent de leur côté les mêmes valeurs dans le mouvement relatif que dans le mouvement absolu. Nous aurons ultérieurement à invoquer plusieurs fois ces deux remarques importantes.

» Avant d'appliquer aux corps naturels la relation que nous venons d'obtenir, nous établissons dans notre Mémoire que, eu égard à nos con-

naissances actuelles en Physique, on est en droit de regarder les atomes comme des points matériels. »

M. le Secrétaire perpétuel annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Gustave Rose*, Correspondant de la Section de Minéralogie, décédé à Berlin le 15 juillet 1873.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de juger le Concours pour le prix Bordin à décerner en 1873. (Question relative aux productions organiques des pointes australes des trois continents de l'Afrique, de l'Amérique méridionale et de l'Australie.)

MM. Milne Edwards, de Quatrefages, Roulin, Élie de Beaumont, Brongniart réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Decaisne, Duchartre, Blanchard.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de juger le Concours pour le grand prix de Sciences physiques à décerner en 1873. (Étude du mode de distribution des animaux marins du littoral de la France.)

MM. Milne Edwards, Blanchard, de Quatrefages, Coste, de Lacaze-Duthiers réunissent la majorité des suffrages. Le Membre qui, après eux, a obtenu le plus de voix est M. Robin.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Nouveau procédé de condensation des matières liquéfiables, tenues en suspension dans les gaz.* Note de MM. **E. Pelouze** et **P. Audouin**, présentée par M. Peligot.

(Commissaires : MM. Peligot, Rolland, Jamin.)

« Il est un fait bien connu par les constructeurs d'usines à gaz, c'est que le gaz, qui entraîne, à la sortie des cornues, une quantité de matières

liquides (eau ammoniacale, goudron) s'élevant à 12 kilogrammes environ par 100 kilogrammes de charbon distillé, n'en laisse déposer qu'une fraction dans le barillet (4 kilogrammes à 4^{kg},500), la température de cet appareil étant, cependant, de beaucoup inférieure au point d'ébullition de l'eau, et à plus forte raison des produits goudronneux dont la température d'ébullition dépasse 300 degrés. Cette différence est attribuée, non sans raison, à l'entraînement des particules liquides qui se présentent, on le suppose, sous forme vésiculaire.

» L'abaissement de température qu'il est facile d'obtenir à peu de frais, et avec une surface relativement faible, en faisant usage d'appareils entourés d'eau, etc., ne suffit pas, et il est nécessaire de faire parcourir au gaz un long circuit, et de le faire passer à travers de grandes colonnes remplies de débris de coke, etc., pour retenir l'eau ammoniacale, ainsi que les principes goudronneux tenus en suspension, et qui viendraient rapidement détruire l'action des matières d'épuration, si on les éliminait d'une façon complète.

» Nous admettons que les particules liquides contenues dans le gaz, et qui résistent au refroidissement, se trouvent à l'état de fines poussières globulaires, dont la ténuité suffit pour expliquer la suspension.

» On ne peut les éliminer que par un long repos, pendant lequel les matières, mises en contact entre elles, par le fait du mouvement interne des gaz, forment, petit à petit, des globules d'un grand volume (ces globules, d'un plus fort diamètre, éprouvent une moins grande résistance de la part des gaz, et tombent peu à peu au fond des récipients); ou par un procédé qui, renouvelant artificiellement le contact de ces globules avec les parties déjà liquéfiées, facilite leur agglomération.

» Ce résultat n'a pu être obtenu jusqu'ici, en pratique, qu'à l'aide d'un grand développement d'appareils coûteux, désignés dans l'industrie qui nous occupe en ce moment, sous les noms de *barillets collecteurs*, *tuyaux d'orgue*, *colonnes à coke*, etc.; encore même est-il le plus souvent incomplet, puisque les premières cuves chargées de matières destinées à l'épuration chimique du gaz sont ordinairement, malgré l'emploi des appareils que nous venons d'indiquer, imprégnées abondamment de goudrons et d'eaux ammoniacales ayant échappé à la condensation.

» La nouvelle méthode de condensation que nous avons l'honneur de soumettre, et qui a déjà reçu son application dans une industrie importante (celle de la fabrication du gaz), est fondée sur ce principe, que la

liquéfaction des globules tenus en suspension dans les gaz s'obtient, soit par le contact de ces particules avec les surfaces solides, soit par le contact de ces particules entre elles; elle a pour but d'obtenir, à l'aide d'un appareil très-simple et occupant un emplacement réduit, la condensation des particules liquides entraînées par les gaz ou vapeurs.

» Nous arrivons à ce résultat de la manière suivante :

» Le gaz qu'il s'agit de purifier s'écoule, par une série d'ouvertures d'un faible diamètre, sous forme de jets qui viennent s'étaler sur une surface placée vis-à-vis. Cette combinaison produit le contact des molécules entre elles pendant leur passage dans ces sortes de tuyères; l'efficacité de cette action est complétée par le contact avec la surface solide, sur laquelle s'écoule la matière goudronneuse.

» Une pression très-élevée n'est pas nécessaire; une pression de moins de 2 centimètres d'eau, bien inférieure à celle qui est donnée par les exhausteurs, suffit d'ordinaire.

» L'appareil peut être placé, soit avant les exhausteurs, et, dans ce cas, on maintiendra un faible vide, soit après; la température du gaz, étant peu élevée (50 degrés environ après les barillets collecteurs), n'aura aucune action nuisible sur le fonctionnement de ces machines.

» On règle convenablement le nombre d'ouvertures ou la section de l'appareil d'échappement, d'après la quantité de gaz produit par l'usine. On arrive facilement à ce résultat à l'aide d'un régulateur spécial, mis en mouvement par la pression même du gaz.

» Les ouvertures dont nous venons de parler peuvent être pratiquées sur la surface de tuyaux, ou sur des plaques, suivant la forme de l'appareil.

» La construction de l'appareil dont il vient d'être question peut être faite à l'aide de matériaux ordinaires, fer, fonte, terre cuite, bois, etc.; la disposition de détail varie suivant les convenances locales.

» Par le fait du contact intime réalisé dans ces conditions, entre les liquides globulaires et les gaz qui les tiennent en suspension, on peut obtenir, à l'aide de notre appareil, la condensation de certains principes (notamment l'ammoniaque, l'hydrogène sulfuré, le sulfure de carbone), qui n'avaient pu être recueillis jusqu'ici que par des méthodes compliquées, souvent nuisibles au pouvoir éclairant du gaz (lavage par l'eau de condensation, etc., etc.).

» Son emploi permet, en outre, de réaliser une économie importante sur la consommation des matières d'épuration, tout en fournissant une

quantité notable de goudron riche en essence et d'eau chargée d'ammoniaque.

» Quelle que soit la forme, le principe que nous venons d'indiquer, convenablement appliqué, permet d'obtenir la condensation des matières liquides contenues à l'état de suspension dans les gaz ou vapeurs, en déterminant, par la disposition indiquée, le contact intime des matières qui passent ainsi de l'état de molécules isolées et indépendantes à l'état liquide, forme sous laquelle rien n'est plus facile que de s'en débarrasser.

» L'expérience suivante donne une mesure du résultat qu'il est possible d'obtenir en s'appuyant sur le principe que nous venons d'indiquer. On a opéré sur la même quantité de gaz goudronneux pris à la sortie du barillet d'une petite cornue d'essai; on l'a fait passer successivement dans deux flacons de 1 litre, un flacon de 2 litres, un grand flacon de 8 litres et à travers une colonne de $0^m,70$ de long sur $0^m,06$ de diamètre, sans le priver encore complétement de matières goudronneuses.

» Par contre, on est arrivé à une condensation parfaite en faisant passer le gaz goudronneux par notre appareil, muni d'un trou d'échappement de $1\frac{1}{2}$ millimètre seulement de diamètre et placé dans deux petits flacons d'une contenance de 50 grammes seulement.

» Dans le cas où l'on trouverait avantageux d'opérer un second lavage eau avec certains liquides, pure, eau ammoniacale, etc., on introduirait dans l'appareil le liquide en question.

» On obtient de cette façon une action beaucoup plus énergique que celle qui est réalisée à l'aide du lavage dans les colonnes à coke (*scrubbers*). L'action ayant lieu sans contact de l'eau ammoniacale avec l'air extérieur, il n'y a pas à craindre la perte du pouvoir éclairant qui résulte de l'emploi de liquides qui ont pu échanger les principes éclairants tenus en dissolution (hydrogène, carbone, etc.) avec les éléments de l'air, dont l'action est si nuisible au pouvoir éclairant.

» Nous avons constaté qu'en faisant usage de matières divisantes très-ténues (grains de tessons de cornues), il fallait employer des flacons d'une capacité relativement très-grande pour obtenir la condensation de ces matières goudronneuses. On n'arrive pas à un résultat meilleur par le barbotage du gaz : il faut un grand nombre de passages successifs; les appareils doivent être assez grands et la pression totale absorbée est considérable.

» L'appareil, installé dans une usine de Paris, dont la production journalière atteint plus de 100000 mètres cubes de gaz, est venu démontrer

que le procédé dont nous venons de parler ne laisse rien à désirer sous le rapport pratique. Le gaz, après avoir traversé cet appareil, dont la capacité n'atteint pas 1 mètre cube ($0^m,880$ sur $0^m,490$), se trouve entièrement débarrassé des produits qui viennent détruire l'action des matières d'épuration, et l'on recueille, en même temps qu'une quantité de goudron qui atteint plus de $\frac{1}{40}$ de celle obtenue par la distillation de la houille, une forte quantité d'eau ammoniacale d'une richesse supérieure de plus du double à celle des eaux de condensation du gaz.

» Ajoutons que de nombreux essais photométriques nous ont démontré que le gaz n'avait rien perdu de son pouvoir éclairant.

» En dehors des applications indiquées précédemment, nous citerons encore l'élimination de l'eau entraînée mécaniquement par la vapeur produite dans les chaudières à vapeur et l'élimination des poussières, fumées entraînées par les gaz, ou vapeurs. »

M. **Mannheim** adresse, par l'entremise de M. Chasles, un Mémoire « Sur les surfaces trajectoires des points d'une figure de forme invariable, dont le déplacement est assujetti à quatre conditions. »

(Commissaires précédemment nommés : MM. Chasles, Bertrand, O. Bonnet.)

M. **Delaurier** adresse une Note relative à un projet de nouvelles pompes à incendie, permanentes.

L'auteur voudrait que l'on pût avoir de petites machines à vapeur locomobiles, fonctionnant d'une manière permanente pour les besoins de diverses industries, et, par suite, toujours prêtes à entrer en jeu, qu'on transporterait, en cas d'incendie, sur le lieu du sinistre.

(Commissaires : MM. Morin, Rolland, Tresca.)

M. A. **Brachet** adresse une nouvelle Note relative à des appareils électriques destinés à éclairer sous l'eau.

(Renvoi à la Commission du prix Trémont.)

M. **Leprestre** adresse un Mémoire destiné au Concours du prix de Mécanique, fondation Montyon (invention ou perfectionnement des instruments utiles aux progrès de l'Agriculture).

(Renvoi à la Commission.)

Un **Auteur**, dont le nom est contenu dans un pli cacheté, avec cet épigraphe : « Problema de motu trium Corporum sphæricorum, etc... », adresse un Mémoire destiné au Concours du Problème des trois Corps.

(Renvoi à la Commission.)

M. **Yof** adresse une Note relative à un procédé de destruction des insectes.

(Renvoi à la Commission du *Phylloxera*.)

M. **Erb** adresse une Lettre concernant ses Communications sur le choléra et sur le *Phylloxera*.

(Renvoi aux deux Commissions.)

M. A. **Beauvais** adresse un Mémoire concernant un système destiné à atténuer le danger des rencontres entre deux trains de chemin de fer.

(Renvoi à la Commission nommée pour ces questions.)

M. **Clément** adresse une Note relative à une méthode de préparation de l'onguent mercuriel.

(Renvoi à l'examen de M. Bussy.)

M. F. **Billet** prie l'Académie de comprendre parmi les pièces de Concours du prix Lacaze son « Traité d'Optique physique ».

(Renvoi à la Commission.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, trois brochures de M. *E. Nouel*, intitulées : « Note sur la trombe des Hayes, qui a traversé le Vendômois le 3 octobre 1871 » ; « Note sur le bolide du 23 juillet 1872, qui a projeté des météorites dans le canton de Saint-Amand », et « Les plantes de la guerre; Note sur les plantes étrangères observées aux environs de Vendôme à la suite de la guerre de 1870-1871 ».

GÉOMÉTRIE. — *Sur les différentes formes de courbes du quatrième ordre.* Note de M. **H.-G. Zeuthen**, présentée par M. Chasles (1).

« Si les côtés d'un triangle *abc* sont des tangentes doubles d'une quartique (courbe du quatrième ordre), α_1, α_2; β_1, β_2; γ_1, γ_2 étant les points de contact, on sait, suivant le théorème de *Carnot*, que

$$\frac{b\alpha_1 . b\alpha_2}{c\alpha_1 . c\alpha_2} \frac{c\beta_1 . c\beta_2}{a\beta_1 . a\beta_2} \frac{a\gamma_1 . a\gamma_2}{b\gamma_1 . b\gamma_2} = \pm 1.$$

» Au cas du signe +, les points de contact se trouvent sur une même conique : $\frac{b\alpha_1 . b\alpha_2}{c\alpha_1 . c\alpha_2}$ sera $\lessgtr 0$, suivant que *b* et *c séparent* (2) α_1 et α_2 ou non. Par conséquent, si, dans le triangle formé de trois tangentes doubles d'une quartique, aucun des couples de points de contact n'est séparé par les sommets du triangle, ou si deux couples sont séparés, les six points de contact se trouvent sur une même conique.

» On démontre encore, sans difficulté, le théorème suivant :

» *Si, de quatre couples de points, toutes les combinaisons à trois se trouvent sur des coniques, les quatre coniques ainsi déterminées coïncident.*

» Au moyen de ces deux théorèmes, on peut trouver les différents groupes de quatre tangentes doubles à contact réel, dont les huit points de contact se trouvent sur des coniques.

» Il existe deux espèces de tangentes doubles à contact réel : 1° celles qui sont tangentes à une même branche douée d'un arc rentrant; 2° celles qui sont tangentes communes à deux branches différentes. Nous les appellerons tangentes doubles de la *première espèce* et de la *seconde espèce*. Le couple de points de contact d'une tangente double de la première espèce d'une quartique ne peut être séparé par les points d'intersection avec deux autres tangentes doubles; car alors une de celles-ci aurait une intersection avec la courbe. On voit ainsi que :

» *Tous les points de contact de tangentes doubles de la première espèce d'une quartique se trouvent sur une conique.*

---

(1) Ces questions se sont présentées dans un Mémoire fort important de l'auteur *Sur la théorie des deux caractéristiques, étendue aux courbes du quatrième ordre*, Mémoire écrit en danois, dont j'ai l'honneur de déposer un exemplaire de la part de l'auteur.

(2) Si *b* et *c* se trouvent sur un même des *deux* segments, l'interne et l'externe, interceptés sur la droite infinie $\alpha_1 \alpha_2$ par les points α_1 et α_2, on dit qu'ils ne séparent pas ces points.

» Il s'ensuit qu'une quartique a, au plus, quatre tangentes doubles de la première espèce. *Elle ne peut donc avoir plus de quatre arcs rentrants, ni plus de huit inflexions réelles.*

» On trouve encore qu'*une quartique n'a aucune tangente double de la seconde espèce, dont les points d'intersection, avec trois tangentes doubles de la première espèce, se trouvent sur un seul des deux segments, interceptés par ses points de contact.* En effet, on aperçoit, sans difficulté (1), que, s'il y en avait, il existerait une (trois) autre tangente double de la seconde espèce, dont aussi un seul des deux segments interceptés par les points de contact serait rencontré par les trois tangentes doubles de la première espèce. Alors les points de contact de toutes ces cinq tangentes doubles se trouveraient sur une même conique, ce qui est impossible.

» En se rappelant encore qu'une quartique ne peut avoir des branches ouvertes (2) et qu'elle a, au surplus, quatre branches fermées, on trouve quelles sont les *différentes formes possibles de courbes du quatrième ordre.* Nous nous contenterons ici de nommer les formes présentant le nombre maximum d'arcs rentrants et de branches séparées; les autres résulteront de l'évanouissement d'arcs rentrants ou d'ovales. Nous appellerons *n-folium* une branche fermée, douée de *n* arcs rentrants. Une branche fermée, sans aucun arc rentrant, est un ovale. On trouve les formes suivantes :

» I. 1 *quadrifolium* et 2 ovales externes;

» II. 1 *quadrifolium* et 1 ovale interne;

» III. 1 *trifolium,* 1 *unifolium* et 2 ovales;

» IV. 2 *bifolia* et 2 ovales;

» V. 1 *bifolium,* 2 *unifolia* et 1 ovale;

» VI. 4 *unifolia.*

» Les règles nommées ci-dessus laissent douteux, pour les courbes douées de deux bifolia, si les quatre points de contact d'une de ces deux branches avec les tangentes communes à celle-ci et à l'autre *bifolium* se trouvent sur un même arc saillant ou deux sur l'un et deux sur l'autre des arcs saillants; mais le premier de ces deux cas est impossible, parce que

---

(1) S'il existe encore une tangente double de la première espèce, on aura immédiatement cinq tangentes doubles dont les points de contact devraient se trouver sur une même conique.

(2) Une branche est *ouverte* ou *fermée* suivant qu'elle rencontre une droite en un nombre impair ou pair de points. Nous ne parlons que de propriétés projectives, de façon que la position de la courbe, par rapport à la droite à l'infini, est indifférente.

alors les huit points de contact des quatre tangentes doubles de la première espèce auraient des positions qui ne peuvent se trouver sur une même conique.

» Toutes les six formes possibles que nous avons énumérées *existent*. En effet, elles se présentent comme des formes voisines de courbes composées de deux coniques, qui se rencontrent en quatre points réels (I, II et VI), *ou* de courbes composées d'une cubique et d'une droite qui en rencontre trois fois la branche ouverte (III, IV, V). Ces courbes voisines se représentent algébriquement par les équations

$$\varphi_2\psi_2 + k\chi_4 = 0,$$

et

$$\varphi_1\psi_3 + k\chi_4 = 0,$$

où les suffixes indiquent les ordres, k une constante convenablement petite. Les courbes voisines de deux coniques ont immédiatement quatre arcs rentrants; les courbes voisines de celles qui sont composées d'une cubique et d'une droite, seulement trois; mais on peut en donner à celles-ci un quatrième, en plaçant les quatre points d'intersection de la droite φ_1 et de la quartique (qui seront ceux de φ_1 et χ_4) entre deux points d'intersection de φ_1 et de la cubique ψ_3. On obtient les trois formes III, IV et V par les différents choix du segment intercepté sur φ_1 par ψ_3 où l'on place ces quatre points d'intersection. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la respiration des végétaux aquatiques immergés;* Note de MM. **P. Schützenberger** et **E. Quinquaud**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« Le procédé de titrage à l'hydrosulfite, permettant de doser l'oxygène dissous dans 50 centimètres cubes d'eau, avec une approximation de $0^{cc},005$, et, par conséquent, de $0^{cc},1$ par litre, nous avons utilisé cette méthode pour étudier les phénomènes respiratoires des végétaux aquatiques immergés, et mesurer leur intensité dans diverses conditions. La rapidité des déterminations, qui n'exigent pas plus de trois à quatre minutes pour chacune, nous donnait le moyen de multiplier les expériences et d'établir les résultats énoncés dans cette Note sur une série de dosages dont le nombre ne s'élève pas à moins de 700.

« Nos expériences ont porté : 1° sur la levûre de bière; 2° sur une plante aquatique de la famille des Hydrocharidés, l'*Elodea canadensis*

(Mich), qui, par sa forme et sa résistance, se prête bien aux expériences quantitatives.

» La méthode consistait à laisser un poids connu du végétal, pendant un temps déterminé, en contact avec un volume connu d'eau, dans les conditions où l'on veut se placer. Les degrés oxymétriques de l'eau sont mesurés au début et à la fin de l'expérience. Leur différence donne l'oxygène absorbé ou dégagé. Dans les expériences où il y a dégagement d'oxygène, le degré oxymétrique initial doit être inférieur au point de saturation de l'eau, et l'essai ne doit pas durer assez de temps pour que la saturation puisse être atteinte, pour éviter le dégagement de bulles gazeuses.

» Levure. — La levûre de bière n'offre que le phénomène d'absorption d'oxygène, avec production d'acide carbonique. Toutes choses égales d'ailleurs, l'intensité respiratoire est la même dans l'obscurité, à la lumière diffuse et à la lumière directe; elle est proportionnelle au poids de la levûre employée. La dose initiale d'oxygène dissous n'influe sensiblement sur les résultats que lorsqu'elle descend au-dessous de 1 centimètre cube par litre. On constate, dans ce cas, une faible diminution dans le pouvoir absorbant; celui-ci ne s'épuise que lorsque l'eau est complétement désoxygénée. La respiration de la levûre est d'autant moins active que celle-ci est plus altérée et plus ancienne.

» Au-dessous de 10 degrés C., le pouvoir absorbant est à peu près nul; il s'accroît lentement jusqu'à 18 degrés; à partir de là, l'accroissement est rapide jusque vers 35 degrés, température à laquelle l'intensité respiratoire atteint un maximum qui se maintient sensiblement jusqu'à 50 degrés; à 60 degrés, le pouvoir absorbant est annulé et détruit.

» Une levûre sensiblement fraîche, contenant 26 pour 100 de matière sèche, a absorbé, par gramme et par heure : à 9 degrés, $0^{cc},14$ d'oxygène; à 11 degrés, $0^{cc},42$; à 22 degrés, $1^{cc},2$; à 33 degrés, $2^{cc},1$; à 40 degrés, $2^{cc},06$; à 50 degrés, $2^{cc},4$; à 60 degrés, $0^{cc},0$.

» Une autre levûre, de très-belle apparence, très-fraîche, contenant 30 pour 100 de matière sèche, a absorbé, par gramme et par heure: à 24 degrés, $2^{cc},2$ d'oxygène; à 36 degrés, $10^{cc},7$. L'augmentation du pouvoir absorbant entre 24 degrés et 36 degrés a donc été plus considérable qu'avec la première levûre; le pouvoir absorbant est doublé dans l'un des cas et quintuplé dans l'autre.

» Elodea canadensis. — Comme toutes les plantes à chlorophylle, elle offre les deux respirations . 1° absorption d'oxygène et production d'acide carbonique; 2° dégagement d'oygène sous l'influence de la lumière.

» Ayant reconnu que la plante chauffée dans l'eau, entre 45 degrés et 50 degrés, perd complétement la faculté de décomposer l'acide carbonique et de dégager de l'oxygène sous l'influence de la lumière, sans que son pouvoir absorbant pour l'oxygène soit modifié, nous avons pu nous assurer nettement que l'absorption de l'oxygène avec production d'acide carbonique continue à la lumière, avec la même intensité que dans l'obscurité, et est le résultat d'une fonction végétale indépendante, qui marche parallèlement à la respiration dite *diurne* (dégagement d'oxygène).

» La marche des phénomènes d'absorption d'oxygène est tout à fait la même que pour la levûre; mais, à poids égaux, l'intensité est environ dix fois moindre. Ainsi, à 24 degrés, 10 grammes de plantes absorbent par heure $1^{cc},2$ à $1^{cc},8$ d'oxygène; à 40 degrés, 10 grammes de plante absorbent par heure $4^{cc},0$ à $4^{cc},5$ d'oxygène.

» Ici encore la dose initiale d'oxygène n'a d'influence que si elle s'abaisse au-dessous de $1^{cc},0$ par litre.

» A mesure que la plante, privée de ses racines, s'affaiblit, le pouvoir absorbant baisse en intensité et finit par devenir nul. A ce moment la plante se fane et se désagrége.

» *Dégagement d'oxygène à la lumière.* — Avec de l'eau distillée exempte d'acide carbonique, le dégagement d'oxygène, sous l'influence de la lumière directe, est très-faible pendant la première heure d'insolation : $0^{cc},6$ à $0^{cc},8$ pour 10 grammes de plante; puis il s'arrête complétement. Cet oxygène doit provenir de l'acide carbonique tenu en réserve dans la plante.

» Avec des mélanges en proportions croissantes d'eau distillée, saturée d'acide carbonique (à la pression normale) et d'eau distillée pure, on a trouvé pour l'oxygène dégagé pendant une heure, par 10 grammes de plante (1) :

	Oxygène dégagé.
	cc
1° Eau pure non carbonique........................	1,0
2° Eau pure + 2,5 pour 100 d'eau saturée de CO^2.......	13,2
3° » + 5 à 10 pour 100 »	20,0
4° » + 20 à 30 pour 100 »	13,0
5° » + 40 pour 100 »	10,0
6° Eau saturée d'acide carbonique....................	3,0

(1) Les expériences d'insolation sont calculées pour une heure; mais leur durée n'était que de quinze minutes, et l'on évitait l'élévation de température au moyen d'un manchon d'eau froide. L'insolation a toujours été faite avec un ciel pur, sans nuages.

» L'eau de fontaine du laboratoire, contenant 21 centimètres cubes par litre d'acide carbonique combiné sous forme de bicarbonate de chaux et très-peu d'acide carbonique libre, a donné, pour 10 grammes de plante, pendant une heure, $4^{cc},0$ d'oxygène. La même eau, préalablement désoxygénée par un séjour de quelques heures dans l'obscurité, en contact avec la plante, a donné, par heure, pour 10 grammes de plante, 12 à 13 centimètres cubes d'oxygène; cette expérience montre que, pendant cette désoxydation, il se produit de l'acide carbonique libre, et que la décomposition de l'acide carbonique est plus active lorsque cet acide carbonique est libre que lorsqu'il est combiné au carbonate de chaux. Un excès d'acide carbonique affaiblit et annule même le phénomène, comme le montre le tableau précédent.

» En laissant un excès de plante immergée au soleil pendant une heure ou deux, on obtient, alors qu'il se dégage de nombreuses bulles de gaz, un liquide sursaturé d'oxygène, pouvant contenir, à 35 degrés, jusqu'à 20 centimètres cubes d'oxygène par litre. Cette eau sursaturée, séparée de la plante, ne perd son excès d'oxygène dissous qu'avec une lenteur remarquable. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Sur la structure des ganglions cérébroïdes du* Zonites algirus. Note de M. **H. Sicard**, présentée par M. Milne Edwards.

« Chez le *Zonites algirus*, comme chez les autres Gastéropodes, les ganglions cérébroïdes ou sus-œsophagiens sont loin d'avoir une composition simple et homogène. Ils sont au nombre de deux et unis par une commissure, ainsi que le dit Van Beneden dans son Mémoire de l'anatomie de l'*Helix algira;* mais, examinés de plus près, ils donnent lieu à d'intéressantes observations.

» Si l'on considère la face supérieure de la masse cérébroïde, on voit, sur la ligne médiane, la commissure, de couleur jaune, et, de chaque côté, les ganglions qui sont symétriques et incolores. Ce sont deux corps de forme allongée, concaves sur leur bord externe et convexes sur leur bord interne, lequel est en rapport avec la commissure médiane. Ces ganglions présentent donc la figure d'un croissant, largement ouvert, à concavité externe; mais, dans la moitié antérieure de cette concavité, on voit saillir une petite masse nerveuse, de même forme que la corne postérieure du croissant, et s'atténuant à son extrémité pour donner naissance au cordon latéral antérieur qui unit le ganglion cérébroïde aux ganglions sus-œsophagiens, tandis que le

cordon postérieur est formé par le prolongement de la corne postérieure. Ce lobule placé dans la concavité du croissant peut être appelé *lobule moyen* ou *corne moyenne;* il paraît être sur un plan un peu inférieur. La corne antérieure du croissant ganglionnaire est terminée par une extrémité mousse et arrondie.

» Examinés par leur face inférieure, les ganglions offrent un autre aspect: ils se présentent en forme de fer à cheval et sont accolés par leur convexité, le dos du fer à cheval correspondant à la ligne médiane. En avant et en arrière, dans l'angle que forment les bords disposés ainsi en x, on aperçoit la commissure, qui occupe à la face supérieure toute la région moyenne. Enfin, en avant de chaque ganglion, on remarque un petit lobe saillant arrondi qui donne naissance, par son bord interne, au nerf tentaculaire. Ce lobule ne paraît pas être tout à fait sur le même plan que la face inférieure des ganglions, et il n'est autre que la corne antérieure du croissant que nous avons décrit à la face supérieure. Des deux branches du fer à cheval qui se montre à la face inférieure, la première, ou antérieure, correspond au lobule que nous avons qualifié de moyen, et la seconde, ou postérieure, correspond à la corne postérieure du croissant.

» Comment peut-on se rendre compte de cette diversité d'apparence des deux faces supérieure et inférieure? Chaque ganglion forme en arrière une masse unique qui se termine par la corne postérieure et, en avant, il présente deux extrémités, l'une qui continue sa face inférieure et se recourbe assez brusquement, de sorte que cette face a l'aspect d'un fer à cheval; l'autre qui continue sa face supérieure et, décrivant une courbe beaucoup plus ouverte, occupe une position antérieure à l'autre, en même temps qu'elle est sur un plan un peu supérieur.

» Le lobule antérieur est le lieu d'origine des trois nerfs tentaculaire ou olfactif, optique et acoustique, et constitue, par conséquent, une région distincte par ses attributions physiologiques. M. de Lacaze-Duthiers a déjà indiqué que, dans les centres sus-œsophagiens des Gastéropodes, il y a des lobes ayant une structure particulière et un rôle physiologique différent. C'est ainsi que l'éminent professeur a constaté, dans certains Gastéropodes pulmonés aquatiques (Physes, Lymnées, etc.), l'existence d'un lobule hémisphérique saillant placé un peu latéralement sur la face postérieure du centre sus-œsophagien et formant le lieu d'origine commun aux trois nerfs olfactif, acoustique et optique; aussi l'a-t-il appelé *lobule de la sensibilité spéciale*.

» On voit que, dans l'espèce qui nous occupe, l'analogue de ce lobule

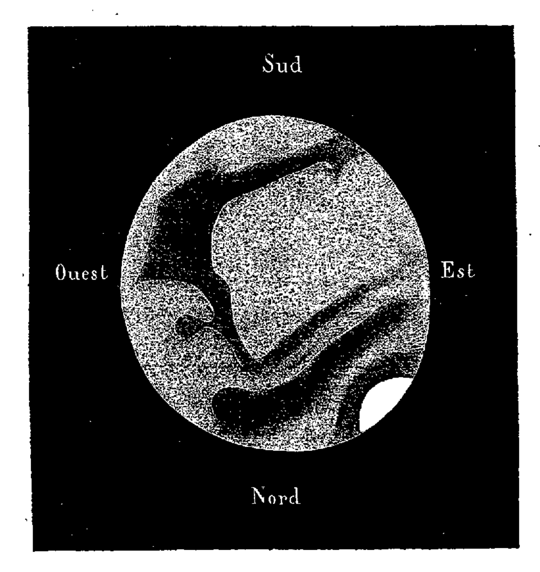
est celui que nous avons désigné comme antérieur à cause de sa position qui est un peu différente; en effet, de ce lobule partent les mêmes nerfs sensitifs, et nous verrons qu'il se distingue, en outre, par sa structure, des autres parties du cerveau.

» Nous avons dit quelle était l'origine des deux cordons latéraux de communication qui naissent, l'un du lobule moyen, l'autre du lobule postérieur du ganglion. L'examen de ces cordons nous a fait reconnaître un fait intéressant en ce qu'il infirme une règle donnée jusqu'ici comme générale : c'est que les nerfs partent toujours des ganglions, jamais des cordons qui les unissent. Or nous avons constaté que, du cordon latéral postérieur, se détachait un filet nerveux très-long et très-grêle qui, se dirigeant en arrière, va se rendre à la face inférieure du muscle rétracteur de la masse buccale. Nous nous sommes assuré par l'examen microscopique que ce même filet nerveux, dont nous n'avons trouvé l'existence mentionnée nulle part, provenait, par une double origine, du cordon latéral postérieur.

» L'étude histologique montre que les ganglions sont composés de cellules nerveuses et d'éléments fibrillaires. Les cellules, le plus souvent unipolaires, sont quelquefois munies de deux ou de plusieurs prolongements; elles sont remarquables par les dimensions considérables qu'elles peuvent atteindre; elles sont constituées par une petite masse de protoplasma, contenant de nombreuses granulations, et par un noyau volumineux qui renferme lui-même un ou parfois plusieurs nucléoles. Le centre des ganglions est formé de fibrilles entre-croisées qui ne sont autre chose que les prolongements des cellules ganglionnaires placées à la périphérie. Le lobule de la sensibilité spéciale se compose d'éléments qui se différencient de ceux que l'on rencontre dans les autres parties des centres nerveux. Ici les cellules, à l'opposé de celles dont nous avons parlé, ont un très-petit volume; leur diamètre atteint à peine $0^{mm},01$, tandis qu'ailleurs il mesure jusqu'à $0^{mm},10$; elles sont incolores et à contours très-pâles. Leurs prolongements, très-ténus, ne sont pas faciles à apercevoir, à cause de la facilité avec laquelle ils se rompent. Ils servent à former les filets nerveux ou à faire communiquer entre elles les cellules voisines. Nous en avons observé qui étaient ainsi reliées l'une à l'autre. La structure particulière de ce lobule confirme donc la distinction que nous en avons faite plus haut, à l'exemple de M. de Lacaze-Duthiers, en nous basant sur l'origine que les trois nerfs de la sensibilité spéciale, à l'exclusion de tous les autres, tirent de cette région. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la planète Mars;* par M. C. **Flammarion.**

« Pendant la période d'opposition qui vient de s'écouler, la planète Mars nous a présenté son hémisphère septentrional, qui est moins connu que son hémisphère sud. Le pôle nord, fortement incliné vers nous, se décèle lui-même par une tache blanche très-brillante qui, dans certaines conditions de transparence atmosphérique, semble *dépasser* le contour du disque.



Vue de la planète Mars, le 29 juin 1873, à 10 heures du soir.

» Cette calotte polaire n'est pas actuellement très-étendue; elle offre parfois à l'œil l'impression d'un *pois* blanc qui scintillerait sur le limbe inférieur du disque, et sa position indique que le pôle se trouve à environ 40 degrés de l'extrémité inférieure du diamètre vertical, dans la direction de l'est (image renversée dans la lunette astronomique). Les neiges polaires boréales ne s'étendent pas actuellement au delà du 80e degré de latitude aréographique. On sait qu'elles couvrent parfois une étendue beaucoup plus considérable, puisque, dans certaines années, elles ont dépassé le 60e degré. Les variations des neiges australes sont plus grandes encore.

» Il y a très-probablement une mer polaire autour du pôle nord, car une tache sombre y est constamment visible, quelle que soit la face que la rotation de Mars amène devant nous. Cette mer polaire paraît s'étendre jusque vers le 45e degré de latitude, et même au delà, en certains points;

mais elle doit être partagée en deux par une langue de terre qui s'étendrait du 65e au 75e degré. Quelle que soit cette terre intermédiaire, que l'on distingue à peine, la mer s'étend, d'une part jusqu'à la glace, c'est-à-dire jusqu'au 80e degré au moins, et, d'autre part, jusqu'au 45e.

» Une méditerranée longue et étroite court du nord au sud, et rejoint une vaste mer qui s'étend au delà de l'équateur dans l'hémisphère sud. Entre l'extrémité septentrionale de cette méditerranée et la mer boréale dont je viens de parler, il y a une autre énigme. Ordinairement cette méditerranée, cette passe, semble réunir les deux taches. Parfois on croit distinguer à l'extrémité septentrionale une solution de continuité, et même un retour à angle droit. Ce détail n'empêche pas la physionomie générale d'être telle qu'elle vient d'être décrite : *pôle nord* marqué par une petite tache très-blanche; *mer boréale* s'étendant dans le sens des latitudes; *large filet d'eau*, s'étendant dans le sens des longitudes, et *mer australe* considérable.

» Mars est actuellement dans la saison d'automne de son hémisphère nord. La plus grande partie des neiges polaires boréales sont fondues, tandis qu'elles s'amoncellent autour du pôle austral, invisible pour nous. La région sud est visiblement marquée d'une traînée blanche près des bords. Est-ce la neige qui descendrait jusqu'au 40e degré de latitude sud? Il est plus probable que ce sont des nuages.

» L'étude détaillée de la planète montre que sa surface est bien différente de la surface terrestre, au point de vue du partage des terres et des mers. Chez nous, les trois quarts du globe sont couverts d'eau; sur Mars, au contraire, il y a plus de surface continentale que de surface maritime. Toutefois, l'évaporation y produit des effets analogues à ceux qui constituent la météorologie terrestre, et l'analyse spectrale montre que l'atmosphère de Mars est chargée de *vapeur d'eau* comme la nôtre, et que ces mers, ces neiges, ces nuages sont réellement composés de la même eau que nos mers et nos météores aqueux.

» Il m'a semblé que la coloration rouge des continents est moins intense cette année qu'en général. On a souvent discuté la cause de cette coloration, et d'abord on l'a attribuée à l'atmosphère; mais cette explication a été rejetée, depuis qu'il a été constaté que les bords du disque de la planète sont moins colorés que le centre; ils sont presque blancs. Ce serait le contraire, si la coloration était due à l'atmosphère, car elle croîtrait en raison de l'épaisseur d'atmosphère traversée par les rayons réfléchis. Est-elle due à la couleur des matériaux constitutifs de la planète? On

pourrait l'admettre, si des raisonnements d'analogie ne nous engageaient à penser que les continents de Mars n'ont pu rester à l'état de déserts stériles, mais que, sous l'influence de l'atmosphère, des pluies, de la chaleur fécondante du Soleil et des éléments qui ont amené sur la Terre la production du monde végétal, ils ont dû se recouvrir aussi d'une *végétation quelconque,* en rapport avec l'état physique et chimique de cette planète. Or, comme ce n'est pas l'intérieur du sol que nous voyons, mais la surface, la coloration rouge doit être celle de la végétation de Mars, quelle que soit d'ailleurs l'espèce de végétation qui s'y produise. Il est vrai que, quoique les saisons de Mars soient à peu près de même intensité que les nôtres, on ne voit pas de variations de nuances correspondant à celles que l'on observe avec les saisons sous nos latitudes terrestres; mais la végétation qui tapisse la surface de Mars peut être fort différente de la nôtre et subir moins de variations dans le cours de l'année.

» Quoi qu'il en soit, les études faites sur cette planète voisine sont assez nombreuses maintenant pour nous permettre de nous former une idée générale de sa géographie et même de sa météorologie. On peut résumer comme il suit les faits qui semblent désormais acquis à l'Astronomie physique sur la connaissance de cette planète.

» 1° Les régions polaires se couvrent alternativement de neige suivant les saisons et suivant les variations dues à la forte excentricité de l'orbite; actuellement les glaces du pôle nord ne dépassent pas le 80e degré de latitude;

» 2° Des nuages et des courants atmosphériques y existent comme sur la Terre; l'atmosphère y est plus chargée en hiver qu'en été;

» 3° La surface géographique de Mars est plus également partagée que la nôtre en continents et en mers; il y a un peu plus de terres que de mers;

» 4° La météorologie de Mars est à peu près la même que celle de la Terre; l'eau y est dans le même état physique et chimique que sur notre propre globe;

» 5° Les continents paraissent recouverts d'une végétation rougeâtre;

» 6° Enfin les raisons d'analogie nous montrent sur cette planète, *mieux que sur toute autre,* des conditions organiques peu différentes de celles qui ont présidé aux manifestations de la vie à la surface de la Terre. »

PHISYQUE APPLIQUÉE. — *Sur un nouveau système de télégraphie pneumatique.* Note de MM. **D. Tommasi** et **R.-F. Michel**, présentée par M. Faye.

« Le nouveau système de télégraphie pneumatique que nous avons l'honneur de soumettre au jugement de l'Académie consiste dans la substitution du gaz ammoniac à l'air comprimé ou raréfié, pour le transport des boîtes renfermant les dépêches télégraphiques.

» Pour obtenir ce résultat, nous nous servons du procédé suivant :

» Un ensemble de boîtes, entrant à frottement dans des tubes métalliques et renfermant les objets à transporter à distance, sont engagés à l'une des extrémités du tube : au lieu de les pousser au moyen de l'air comprimé ou de les aspirer en faisant le vide devant eux, au moyen d'une chute d'eau ou d'une machine à vapeur, nous poussons ce train de boîtes au moyen du gaz ammoniac comprimé à une pression suffisante, et en même temps nous les aspirons au moyen du vide produit par suite de l'absorption du gaz ammoniac par l'eau. Le gaz que nous employons, nous le faisons dégager sous l'influence de la chaleur de sa solution dans l'eau. C'est également par l'eau que nous l'absorbons. Par suite de ces absorptions et dégagements successifs, c'est toujours le même gaz ammoniac qui est employé à pousser ou à attirer le train de boîtes. Les deux opérations se faisant simultanément, les tubes se trouveront toujours remplis de gaz ammoniac.

» Les appareils, à chaque bout de la ligne et dans chaque station intermédiaire, consistent essentiellement en deux récipients ou chaudières A et B; l'une des deux A est remplie, jusqu'à une certaine hauteur, d'une solution saturée de gaz ammoniac, chauffée à une température constante, suffisante pour faire dégager le gaz qui se comprime dans un récipient à soupape situé à la partie supérieure de la chaudière A. Le gaz ammoniac, avant de se rendre dans les tubes, traverse un long cylindre renfermant de la chaux vive qui le dessèche complétement. L'autre chaudière B est remplie d'une certaine quantité d'eau à la température ordinaire ou refroidie pour absorber le gaz ammoniac qui se trouve au devant du train, et produire l'effet d'aspiration nécessaire.

» Lorsque l'eau contenue dans le récipient B est devenue, par suite de ces aspirations successives, saturée de gaz ammoniac, et que, conséquemment, la chaudière A a perdu son gaz au moins en grande partie, nous

laissons refroidir la chaudière A, et nous élevons la température de la chaudière B, de façon à utiliser toujours la même quantité de gaz.

» Quant aux dispositions pratiques de l'appareil, nous les décrirons dans une Notice que nous aurons bientôt l'honneur de soumettre au jugement de l'Académie. »

M. **Martha-Becker** adresse une Note concernant l'influence des courants aériens sur les hivers des régions tempérées. Les hivers atteindraient leur maximum de sécheresse et de froid lorsque le contre-courant, venant du nord, atteint son maximum de déviation à l'est.

« M. **Bertrand** présente, au nom de M. le général *Noizet*, un Ouvrage intitulé « Mélanges de Philosophie critique ».

» La plupart des questions traitées dans ce livre sortent du cercle habituel des travaux de l'Académie. M. Bertrand, cependant, a accepté avec grand plaisir la mission de le présenter à ses confrères. Le général Noizet, en effet, est bien connu de l'Académie des Sciences, et il parle la langue rigoureuse et précise qu'on aime à y entendre. Ancien élève de l'École Polytechnique, ancien professeur à l'École d'Application de Metz et, pendant plusieurs années, membre très-actif du Conseil de Perfectionnement de l'École Polytechnique, il a porté dans ses études philosophiques l'esprit pénétrant et élevé que plusieurs de nos confrères, ses anciens collègues, ont eu plus d'une fois l'occasion d'apprécier. »

« M. **Bertrand** présente, au nom de M. *Darboux*, un Ouvrage intitulé : *Sur une classe remarquable de courbes et de surfaces algébriques, et sur la théorie des imaginaires.*

» Cet Ouvrage, présenté manuscrit à l'Académie en 1869, avait été lu et examiné par les commissaires désignés par elle. MM. Serret, Bonnet et Bertrand s'étaient trouvés d'accord pour en reconnaître l'importance et le très-grand intérêt.

» La publication du travail, développé et étendu par de précieuses additions, ne permettant plus qu'il soit fait de Rapport, M. Bertrand se borne à le signaler à l'attention des géomètres. »

« M. **Larrey** présente, de la part de M. le Directeur général du Service de santé de l'armée anglaise, le XIII[e] volume des *Rapports du département médical de l'armée, pour l'année* 1871, comprenant, comme chacun des vo-

lumes de la collection, l'état général de la santé des troupes dans le Royaume-Uni, l'ensemble des maladies, les tableaux de mortalité, les questions du recrutement, etc., puis les états spéciaux du même ordre parmi les troupes de la Méditerranée, du Canada, des Bermudes, des Indes et de l'Afrique Occidentales, du cap de Bonne-Espérance, de Sainte-Hélène, et de Ceylan, de la Chine, du Japon, et des troupes d'Europe servant dans l'Inde.

» L'Appendice, formant la moitié de ce volume, contient aussi un grand nombre de rapports et de documents scientifiques sur l'Hygiène, la Médecine et la Chirurgie, ainsi que des extraits et des tableaux de Statistique. »

M. **Chasles** présente à l'Académie :

1° Les numéros d'avril à août 1873, t. IV et V du *Bulletin des Sciences mathématiques et astronomiques* de la Section mathématique des Hautes-Études, rédigé par MM. *Darboux* et *J. Hoüel;* ces livraisons renferment, indépendamment d'une Revue bibliographique, l'indication des Mémoires des Sociétés savantes et autres publications périodiques, puis une analyse de divers Ouvrages ;

2° La troisième livraison du *Bulletin de la Société mathématique de France,* publié par les secrétaires de la Société, MM. *Brisse* et *Laguerre;*

3° De la part de M. le prince *Boncompagni,* les livraisons de septembre, octobre et novembre du *Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche;* les deux premières renferment une traduction en italien de l'important Ouvrage écrit en allemand par M. le Dr Erm. Hankel, *Sur l'Histoire des Mathématiques chez les Arabes;* la livraison de novembre est consacrée au même sujet : ce sont des extraits d'un Ouvrage inédit de *Bernardino Baldi*, *De le Vite de' Matematici*, en la possession de M. le prince *Boncompagni;* ces extraits sont accompagnés de Notes de M. *Steinschneider;*

4° De la part de M. *D. Chelini*, un exemplaire d'un Mémoire écrit en italien, *Sur l'interprétation géométrique de la science de l'étendue, du mouvement et des forces;*

5° De la part de M. *H.-G. Zeuthen*, un Mémoire, en langue danoise, intitulé : *Recherche des propriétés générales des systèmes de courbes planes, suivie d'une application à la détermination des caractéristiques des systèmes élémentaires du qnatrième ordre*. Kjobenhaven, 1873; in-4°;

6° De la part de M. *É. Weyr*, les cinq premiers numéros d'une pu-

blication, en langue tchèque, de la Société mathématique de Prague, 1872; et divers Mémoires mathématiques de M. E. Weyr;

7° De la part de M. *Painvin*, deux Ouvrages *Sur la surface développable circonscrite à deux surfaces du second ordre*, et divers autres Mémoires mathématiques.

A 5 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures un quart. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 28 juillet 1873, les ouvrages dont les titres suivent :

Sur une classe remarquable de courbes et de surfaces algébriques et sur la théorie des imaginaires; par M. G. DARBOUX. Paris, Gauthier-Villars, 1873; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Bertrand.)

Mélanges de philosophie critique; par le général NOIZET. Paris, H. Plon, 1873; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Bertrand.)

Nouvelles Tables donnant, avec cinq décimales, les logarithmes vulgaires et naturels des nombres de 1 *à* 10800, *et des fonctions circulaires et hyperboliques pour tous les degrés du quart de cercle de minute en minute; par* le major Wladimir VASSAL. Paris, Gauthier-Villars, 1872; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Bertrand.)

(*La suite du* Bulletin *au prochain numéro.*)

ERRATA.

(Séance du 21 juillet 1873.)

Page 170, ligne 18, *au lieu de* tH, *lisez* tH'.

Page 172, ligne 32, *au lieu de* très-facile avec un verre de montre peu bombé, dans lequel le rapport $\frac{h}{R}$ était de $\frac{1}{30}$. Il n'y a pas..., *lisez* très-facile. Avec un verre de montre peu bombé, dans lequel le rapport $\frac{h}{R}$ était de $\frac{1}{30}$, il n'y a pas....

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 4 AOUT 1873,

PRÉSIDÉE PAR M. BERTRAND.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE. — *Sur la fonction exponentielle;* par M. **Hermite**.

« XI. Soient Δ et ω les déterminants

$$\begin{vmatrix} \Theta(z_0, z_0) & \Theta(z_1, z_0)\ldots & \Theta(z_n, z_0) \\ \Theta(z_0, z_1) & \Theta(z_1, z_1)\ldots & \Theta(z_n, z_1) \\ \ldots\ldots & \ldots\ldots & \ldots\ldots \\ \Theta(z_0, z_n) & \Theta(z_n, z_1)\ldots & \Theta(z_n, z_n) \end{vmatrix}$$

et

$$\begin{vmatrix} 1 & 1\ldots & 1 \\ z_0 & z_1\ldots & z_n \\ z_0^2 & z_1^2\ldots & z_n^2 \\ \ldots & \ldots & \ldots \\ z_0^n & z_1^n\ldots & z_n^n \end{vmatrix},$$

je dis qu'on a

$$\Delta = \omega^2.$$

Effectivement, l'expression de $\Theta(z, \zeta)$ sous la forme

$$\Theta(z, \zeta) = z^n + \theta_1(\zeta) z^{n-1} + \theta_2(\zeta) z^{n-2} + \ldots + \theta_n(\zeta)$$

montre que Δ est le produit des deux déterminants

$$\begin{vmatrix} 1 & 1\ldots & 1 \\ z_0 & z_1\ldots & z_n \\ z_0^2 & z_1^2\ldots & z_n^2 \\ \ldots & \ldots & \ldots \\ z_0^n & z_1^n\ldots & z_n^n \end{vmatrix}$$

et

$$\begin{vmatrix} 1 & 1\ldots & 1 \\ \theta_1(z_0) & \theta_1(z_1)\ldots & \theta_1(z_n) \\ \theta_2(z_0) & \theta_2(z_1)\ldots & \theta_2(z_n) \\ \ldots & \ldots & \ldots \\ \theta_n(z_0) & \theta_n(z_1)\ldots & \theta_n(z_n) \end{vmatrix}.$$

Mais $\theta_i(\zeta)$ étant un polynôme en ζ du degré i seulement, de sorte qu'on peut faire

$$\theta_i(\zeta) = \zeta^i + r\zeta^{i-1} + s\zeta^{i-2} + \ldots;$$

ce second déterminant, d'après les théorèmes connus, se réduit simplement au premier, et l'on a bien, comme nous voulions l'établir,

$$\Delta = \omega^2.$$

» Cela posé, soient

$$\varepsilon_m = \frac{1}{1.2\ldots m}\int_{z_0}^{Z} e^{-z} f^m(z)\,dz,$$

$$\varepsilon_m^i = \frac{1}{1.2\ldots m-1}\int_{z_0}^{Z} \frac{e^{-z} f^m(z)}{z-z_i}\,dz;$$

la relation établie p. 228

$$\int_{z_0}^{Z} e^{-z} f^m(z)\,dz = m\int_{z_0}^{Z} \frac{e^{-z} f^m(z)}{z-z_0}\,dz + m\int_{z_0}^{Z} \frac{e^{-z} f^m(z)}{z-z_1}\,dz + \ldots + m\int_{z_0}^{Z} \frac{e^{-z} f^m(z)}{z-z_n}\,dz$$

deviendra plus simplement

$$\varepsilon_m = \varepsilon_m^0 + \varepsilon_m^1 + \ldots + \varepsilon_m^n;$$

et celle-ci :

$$\int_{z_0}^{Z} \frac{e^{-z} f^{m+1}(z)}{z-\zeta}\,dz = m\Theta(z_0,\zeta)\int_{z_0}^{Z} \frac{e^{-z} f^m(z)}{z-z_0}\,dz + m\Theta(z_1,\zeta)\int_{z_0}^{Z} \frac{e^{-z} f^m(z)}{z-z_1}\,dz + \ldots + m\Theta(z_n,\zeta)\int_{z_0}^{Z} \frac{e^{-z} f^m(z)}{z-z_n}\,dz,$$

en supposant successivement $\zeta = z_0, z_1, \ldots, z_n$, nous donnera la substitution suivante que je désignerai par S_m, à savoir

$$\begin{aligned}
\varepsilon_{m+1}^{0} &= \Theta(z_0, z_0)\varepsilon_m^0 + \Theta(z_1, z_0)\varepsilon_m^1 + \ldots + \Theta(z_n, z_0)\varepsilon_m^n,\\
\varepsilon_{m+1}^{1} &= \Theta(z_0, z_1)\varepsilon_m^0 + \Theta(z_1, z_1)\varepsilon_m^1 + \ldots + \Theta(z_n, z_1)\varepsilon_m^n,\\
&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,\\
\varepsilon_{m+1}^{n} &= \Theta(z_0, z_n)\varepsilon_m^0 + \Theta(z_1, z_n)\varepsilon_m^1 + \ldots + \Theta(z_n, z_n)\varepsilon_m^n.
\end{aligned}$$

Si l'on compose maintenant de proche $S_1, S_2, \ldots, S_{m-1}$, on en déduira les expressions de $\varepsilon_m^0, \varepsilon_m^1, \ldots, \varepsilon_m^n$ en $\varepsilon_1^0, \varepsilon_1^1, \ldots, \varepsilon_1^n$, que je représenterai ainsi :

$$\begin{aligned}
\varepsilon_m^0 &= A_0\varepsilon_1^0 + A_1\varepsilon_1^1 + \ldots + A_n\varepsilon_1^n,\\
\varepsilon_m^1 &= B_0\varepsilon_1^0 + B_1\varepsilon_1^1 + \ldots + B_n\varepsilon_1^n,\\
&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,\\
\varepsilon_m^n &= L_0\varepsilon_1^0 + L_1\varepsilon_1^1 + \ldots + L_n\varepsilon_1^n,
\end{aligned}$$

et le déterminant de cette nouvelle substitution étant égal au produit des déterminants des substitutions composantes sera $\omega^{2(m-1)}$. Il nous reste encore à remplacer $\varepsilon_1^0, \varepsilon_1^1, \ldots, \varepsilon_1^n$ par leurs valeurs pour avoir les expressions des quantités ε_m^i sous la forme appropriée à notre objet. Ces valeurs s'obtiennent facilement, comme on va voir.

» XII. J'applique à cet effet la formule générale

$$\int e^{-z} F(z)\,dz = -e^{-z}\mathfrak{F}(z),$$

en supposant

$$F(z) = \frac{F(z)}{z-\zeta},$$

c'est-à-dire

$$F(z) = z^n + \left.\begin{matrix}\zeta\\ +p_1\end{matrix}\right| z^{n-1} + \left.\begin{matrix}\zeta^2\\ +p_1\zeta\\ +p_2\end{matrix}\right| z^{n-2} + \ldots.$$

Il est aisé de voir alors que $\mathfrak{F}(z)$ devient une expression entière en z et ζ, entièrement semblable à $\Theta(z, \zeta)$, de sorte que, si on la désigne par $\Phi(z, \zeta)$, on a

$$\Phi(z, \zeta) = z^n + \varphi_1(\zeta)z^{n-1} + \varphi_2(\zeta)z^{n-2} + \ldots + \varphi_n(\zeta),$$

$\varphi_i(\zeta)$ étant un polynôme en ζ de degré i, dans lequel le coefficient de ζ^i est

l'unité. Ainsi l'on obtient, en particulier,

$$\varphi_1(\zeta) = \zeta + p_1 + n,$$
$$\varphi_2(\zeta) = \zeta^2 + (p_1 + n - 1)\zeta + p_2 + (n-1)p_1 + n(n-1),$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,$$

et l'analogie de forme avec $\Theta(z, \zeta)$ montre que le déterminant

$$\begin{vmatrix} \Phi(z_0, z_0) & \Phi(z_1, z_0)\ldots & \Phi(z_n, z_0) \\ \Phi(z_0, z_1) & \Phi(z_1, z_1)\ldots & \Phi(z_n, z_1) \\ \ldots & \ldots & \ldots \\ \Phi(z_0, z_n) & \Phi(z_1, z_n)\ldots & \Phi(z_n, z_n) \end{vmatrix}$$

est encore égal à ω^2. Cela posé, nous tirons de la relation

$$\int_{z_0}^{Z} \frac{e^{-z} f(z)}{z - \zeta}\, dz = e^{-z_0}\Phi(z_0, \zeta) - e^{-Z}\Phi(Z, \zeta),$$

en supposant $\zeta = z_i$, la valeur cherchée

$$\varepsilon_1^i = e^{-z_0}\Phi(z_0, z_i) - e^{-Z}\Phi(Z, z_i).$$

Or, voici les expressions des quantités ε_m^i qui en résultent.

Soit

$$\mathcal{A} = A_0\Phi(Z, z_0) + A_1\Phi(Z, z_1) + \ldots + A_n\Phi(Z, z_n),$$
$$\mathcal{B} = B_0\Phi(Z, z_0) + B_1\Phi(Z, z_1) + \ldots + B_n\Phi(Z, z_n),$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,$$
$$\mathcal{L} = L_0\Phi(Z, z_0) + L_1\Phi(Z, z_1) + \ldots + L_n\Phi(Z, z_n),$$

et convenons de représenter par $\mathcal{A}_0, \mathcal{B}_0, \ldots, \mathcal{L}_0$ les valeurs obtenues pour $Z = z_0$, on aura

$$\varepsilon_m^0 = e^{-z_0}\mathcal{A}_0 - e^{-Z}\mathcal{A},$$
$$\varepsilon_m^1 = e^{-z_0}\mathcal{B}_0 - e^{-Z}\mathcal{B},$$
$$\ldots\ldots\ldots,$$
$$\varepsilon_m^n = e^{-z_0}\mathcal{L}_0 - e^{-Z}\mathcal{L}.$$

» Dans ces formules, Z désigne l'une quelconque des quantités $z_1, z_2, \ldots, z_n$; maintenant si nous voulons mettre en évidence le résultat correspondant à $Z = z_k$, nous conviendrons en outre de représenter, d'une part, par $\mathcal{A}_k, \mathcal{B}_k, \ldots, \mathcal{L}_k$, et de l'autre, $\eta_k^0, \eta_k^1, \ldots, \eta_k^n$ les valeurs que prennent, dans ce cas, les coefficients $\mathcal{A}, \mathcal{B}, \ldots, \mathcal{L}$ et les quantités ε_m^0,

$\varepsilon_m^1, \ldots, \varepsilon_m^n$. On obtient ainsi les équations

$$\begin{aligned} \eta_k^0 &= e^{-z_0} \mathcal{A}_0 - e^{-z_k} \mathcal{A}_k, \\ \eta_k^1 &= e^{-z_0} \mathcal{B}_0 - e^{-z_k} \mathcal{B}_k, \\ &\cdots\cdots\cdots\cdots \\ \eta_k^n &= e^{-z_0} \mathcal{L}_0 - e^{-z_k} \mathcal{L}_k, \end{aligned}$$

qui vont nous conduire à la seconde démonstration que j'ai annoncée de l'impossibilité d'une relation de la forme

$$e^{z_0} N_0 + e^{z_1} N_1 + \ldots + e^{z_n} N_n = 0,$$

les exposants $z_0, z_1, \ldots, z_n$ étant supposés entiers ainsi que les coefficients $N_0, N_1, \ldots, N_n$.

» XIII. Je dis en premier lieu que ε_m^i peut devenir plus petit que toute quantité donnée, pour une valeur suffisamment grande de m. Effectivement, l'exponentielle e^{-z} étant toujours positive, on a, comme on sait,

$$\int_{z_0}^{Z} e^{-z} F(z)\,dz = F(\xi) \int_{z_0}^{Z} e^{-z}\,dz = F(\xi)(e^{-z_0} - e^{-Z}),$$

$F(z)$ étant une fonction quelconque, et ξ une quantité comprise entre les limites z_0 et Z de l'intégrale. Or, en supposant

$$F(z) = \frac{f^m(z)}{z - z_i},$$

on aura cette expression

$$\varepsilon_m^i = \frac{f^{m-1}(\xi)}{1.2\ldots m-1} \frac{f(\xi)}{\xi - z_i} (e^{-z_0} - e^{-Z}),$$

qui met en évidence la propriété énoncée. Cela posé, je tire des équations

$$\begin{aligned} \eta_1^0 &= e^{-z_0} \mathcal{A}_0 - e^{-z_1} \mathcal{A}_1, \\ \eta_2^0 &= e^{-z_0} \mathcal{A}_0 - e^{-z_2} \mathcal{A}_2, \\ &\cdots\cdots\cdots\cdots, \\ \eta_n^0 &= e^{-z_0} \mathcal{A}_0 - e^{-z_n} \mathcal{A}_n, \end{aligned}$$

la relation suivante :

$$\begin{aligned} & e^{z_1} \eta_1^0 N_1 + e^{z_2} \eta_2^0 N_2 + \ldots + e^{z_n} \eta_n^0 N_n \\ &\quad = e^{-z_0} (e^{z_1} N_1 + e^{z_2} N_2 + \ldots + e^{z_n} N_n) \mathcal{A}_0 \\ &\quad\quad - (\mathcal{A}_1 N_1 + \mathcal{A}_2 N_2 + \ldots + \mathcal{A}_n N_n). \end{aligned}$$

Si l'on introduit la condition

$$e^{z_0} N_0 + e^{z_1} N_1 + \ldots + e^{z_n} N_n = 0,$$

elle devient

$$e^{z_1}\eta_1^0 N_1 + e^{z_1}\eta_2^0 N_2 + \ldots + e^{z_n}\eta_n^0 N_n,$$
$$= -(\mathcal{A}_0 N_0 + \mathcal{A}_1 N_1 + \ldots + \mathcal{A}_n N_n).$$

» Or, en supposant que $z_0, z_1, \ldots, z_n$ soient entiers, il en est de même des quantités $\Theta(z_i, z_k)$, $\Phi(z_i, z_k)$, et, par conséquent, de $\mathcal{A}_0, \mathcal{A}_1, \ldots, \mathcal{A}_n$. Nous avons donc un nombre entier

$$\mathcal{A}_0 N_0 + \mathcal{A}_1 N_1 + \ldots + \mathcal{A}_n N_n,$$

qui décroît indéfiniment avec $\eta_1^0, \eta_1^1, \ldots \eta_1^n$, lorsque m augmente; il en résulte que, à partir d'une certaine valeur de m, et pour toutes les valeurs plus grandes, on aura

$$\mathcal{A}_0 N_0 + \mathcal{A}_1 N_1 + \ldots + \mathcal{A}_n N_n = 0,$$

et, comme on obtient pareillement les conditions

$$\mathcal{B}_0 N_0 + \mathcal{B}_1 N_1 + \ldots + \mathcal{B}_n N_n = 0,$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,$$
$$\mathcal{L}_0 N_0 + \mathcal{L}_1 N_1 + \ldots + \mathcal{L}_n N_n = 0,$$

la relation

$$e^{z_0} N_0 + e^{z_1} N_1 + \ldots + e^{z_n} N_n = 0$$

a pour conséquence que le déterminant

$$\Delta = \begin{vmatrix} \mathcal{A}_0 & \mathcal{A}_1 & \ldots & \mathcal{A}_n \\ \mathcal{B}_0 & \mathcal{B}_1 & \ldots & \mathcal{B}_n \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ \mathcal{L}_0 & \mathcal{L}_1 & \ldots & \mathcal{L}_n \end{vmatrix}$$

doit nécessairement être nul. Mais, d'après les expressions des quantités $\mathcal{A}_k, \mathcal{B}_k, \ldots, \mathcal{L}_k$, Δ est le produit de ces deux autres déterminants

$$\begin{vmatrix} A_0 & A_1 & \ldots & A_n \\ B_0 & B_1 & \ldots & B_n \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ L_0 & L_1 & \ldots & L_n \end{vmatrix},$$

et

$$\begin{vmatrix} \Phi(z_0, z_0) & \Phi(z_1, z_0) \ldots & \Phi(z_n, z_0) \\ \Phi(z_0, z_1) & \Phi(z_1, z_1) \ldots & \Phi(z_n, z_1) \\ \ldots\ldots & \ldots\ldots & \ldots\ldots \\ \Phi(z_0, z_n) & \Phi(z_1, z_n) \ldots & \Phi(z_n, z_n) \end{vmatrix},$$

dont le premier a pour valeur $\omega^{2(m-1)}$, et le second ω^2. On a donc $\Delta = \omega^{2m}$, et il est ainsi démontré, d'une manière entièrement rigoureuse, que la relation supposée est impossible, et que, par suite, le nombre e n'est point compris dans les irrationnelles algébriques.

» XIV. Il ne sera pas inutile de donner quelques exemples du mode d'approximation des quantités auquel nous avons été conduit, et je considérerai d'abord le cas le plus simple, où l'on ne considère que la seule exponentielle e^x. En faisant alors $f(z) = z(z-x)$, nous aurons

$$\varepsilon_m = \frac{1}{1.2\ldots m}\int_0^x e^{-z} z^m (z-x)^m\, dz$$

et

$$\varepsilon_m^0 = \frac{1}{1.2\ldots m-1}\int_0^x e^{-z} z^{m-1} (z-x)^m\, dz,$$
$$\varepsilon_m^1 = \frac{1}{1.2\ldots m-1}\int_0^x e^{-z} z^{m} (z-x)^{m-1}\, dz.$$

Or on obtient immédiatement

$$\Theta(z,\zeta) = z + \zeta + 2m + 1 - x,$$

d'où

$$\Theta(0,0) = 2m+1-x,\quad \Theta(x,0) = 2m+1,$$
$$\Theta(0,x) = 2m+1,\qquad \Theta(x,x) = 2m+1+x,$$

et, par conséquent, ces relations

$$\varepsilon_{m+1}^0 = (2m+1-x)\,\varepsilon_m^0 + (2m+1)\,\varepsilon_m^1,$$
$$\varepsilon_{m+1}^1 = (2m+1)\,\varepsilon_m^0 + (2m+1+x)\,\varepsilon_m^1.$$

» J'observerai maintenant qu'il vient, en retranchant membre à membre,

$$\varepsilon_{m+1}^1 - \varepsilon_{m+1}^0 = x\left[\varepsilon_m^0 + \varepsilon_m^1\right],$$

de sorte que, ayant

$$\varepsilon_m = \varepsilon_m^0 + \varepsilon_m^1,$$

on en conclut

$$\varepsilon_{m+1}^1 - \varepsilon_{m+1}^0 = x\,\varepsilon_m.$$

Joignons à cette équation la suivante :

$$\varepsilon_{m+1}^1 + \varepsilon_{m+1}^0 = \varepsilon_{m+1},$$

nous en déduirons les valeurs

$$\varepsilon_{m+1}^{1} = \frac{\varepsilon_{m+1} + x\varepsilon_m}{2}, \quad \varepsilon_{m+1}^{0} = \frac{\varepsilon_{m+1} - x\varepsilon_m}{2},$$

et, si l'on y change m en $m-1$, une simple substitution, par exemple, dans la relation

$$\varepsilon_{m+1}^{0} = (2m+1-x)\,\varepsilon_m^{0} + (2m+1)\,\varepsilon_m^{1},$$

donnera le résultat précédemment obtenu (p. 227),

$$\varepsilon_{m+1} = (4m+2)\,\varepsilon_m + x^2\varepsilon_{m-1}.$$

» Soit, en second lieu, $n=2$, $z_0=0$, $z_1=1$, $z_2=2$, d'où $f(z)=z(z-1)(z-2)=z^3-3z^2+2z$, on trouvera

$$\Theta(z,\zeta) = z^2 + (\zeta-1)z + (\zeta-1)^2 + 3m(z+\zeta+1) + 9m^2,$$

et, par conséquent,

$$\Theta(0,0)=9m^2+3m+1,\quad \Theta(0,1)=9m^2+6m,\quad \Theta(0,2)=9m^2+9m+1,$$
$$\Theta(1,0)=9m^2+6m+1,\quad \Theta(1,1)=9m^2+9m+1,\quad \Theta(1,2)=9m^2+12m+3,$$
$$\Theta(2,0)=9m^2+9m+3,\quad \Theta(2,1)=9m^2+12m+4,\quad \Theta(2,2)=9m^2+15m+7.$$

» En particulier, pour $m=1$, nous aurons

$$\varepsilon_2^0 = 13\varepsilon_1^0 + 16\varepsilon_1^1 + 21\varepsilon_1^2,$$
$$\varepsilon_2^1 = 15\varepsilon_1^0 + 19\varepsilon_1^1 + 25\varepsilon_1^2,$$
$$\varepsilon_2^2 = 19\varepsilon_1^0 + 24\varepsilon_1^1 + 31\varepsilon_1^2;$$

d'ailleurs il vient facilement

$$\Phi(z,\zeta) = z^2 + (\zeta-1)z + (\zeta-1)^2,$$

ce qui donne

$$\varepsilon_1^0 = 1 - e^{-Z}(Z^2 - Z + 1),$$
$$\varepsilon_1^1 = -e^{-Z}Z^2,$$
$$\varepsilon_1^2 = 1 - e^{-Z}(Z^2 + Z + 1);$$

on en conclut

$$\varepsilon_2^0 = 34 - e^{-Z}[50Z^2 + 8Z + 34],$$
$$\varepsilon_2^1 = 40 - e^{-Z}[59Z^2 + 10Z + 40],$$
$$\varepsilon_2^2 = 50 - e^{-Z}[74Z^2 + 12Z + 50].$$

De là résulte que

$$\varepsilon_1 = \varepsilon_1^0 + \varepsilon_1^1 + \varepsilon_1^2 = 2 - e^{-Z}[3Z^2 + 2],$$
$$\varepsilon_2 = \varepsilon_2^0 + \varepsilon_2^1 + \varepsilon_2^2 = 124 - e^{-Z}[183Z^2 + 30Z + 124];$$

et si l'on fait successivement $Z = 1$, $Z = 2$, l'expression de ε_1 fournit les valeurs approchées

$$e = \frac{5}{2}, \quad e^2 = \frac{14}{2} = 7,$$

et l'expression de ε_2 les suivantes :

$$e = \frac{337}{124}, \quad e^2 = \frac{916}{124},$$

où l'erreur ne porte que sur les dix-millièmes. En supposant ensuite $m = 2$, ce qui donnera

$$\varepsilon_3^0 = 43\varepsilon_2^0 + 49\varepsilon_2^1 + 57\varepsilon_2^2,$$
$$\varepsilon_3^1 = 48\varepsilon_2^0 + 55\varepsilon_2^1 + 64\varepsilon_2^2,$$
$$\varepsilon_3^2 = 55\varepsilon_2^0 + 63\varepsilon_2^1 + 75\varepsilon_2^2,$$

nous obtiendrons

$$\varepsilon_3^0 = 6272 - e^{-Z}[9259Z^2 + 1518Z + 6272],$$
$$\varepsilon_3^1 = 7032 - e^{-Z}[10381Z^2 + 1702Z + 7032],$$
$$\varepsilon_3^2 = 8140 - e^{-Z}[12017Z^2 + 1970Z + 8140],$$

d'où

$$\varepsilon_3 = 21444 - e^{-Z}(31657Z^2 + 5190Z + 21444),$$

et, par suite,

$$e = \frac{158291}{21444}, \quad e^2 = \frac{158452}{21444},$$

l'erreur portant sur les dix-millionièmes. »

ASTRONOMIE. — *Sur la théorie physique du Soleil, proposée par M.* Vicaire; par M. **Faye**.

« De retour à Paris, je trouve dans les *Comptes rendus* la théorie du Soleil de M. Vicaire, ainsi que des critiques qui me sont adressées par MM. Tarry et Tacchini (1). La théorie de M. Vicaire a une tout autre va-

(1) Je compte examiner plus tard les Mémoires de MM. Tarry et Tacchini.

leur que celle de Wilson et d'Herschel I qui a joui si longtemps d'un si grand crédit parmi les astronomes. Ce n'est pas seulement une tentative d'explication des taches; l'auteur traite de la cause de la radiation solaire, de sa constance, de sa durée; il y rattache l'origine des phases géologiques de notre globe et même la lumière zodiacale et la figure des comètes. Cette œuvre d'un savant qui paraît être très au courant des faits, et qui s'est senti assez satisfait de sa théorie pour nous avoir déclaré d'avance qu'elle explique de la manière la plus satisfaisante tous les phénomènes des taches, présente un intérêt particulier : elle nous permettra d'apprécier une fois de plus, et peut-être d'une manière décisive, la valeur de la méthode qui consiste à débuter par une hypothèse à laquelle on s'efforce ensuite de plier les faits connus.

» M. Vicaire commence par admettre que le Soleil est une masse combustible brûlant, depuis une certaine époque, dans une atmosphère d'oxygène.

» Il fait cette atmosphère immense : les comètes la traversent vers leur périhélie avec production de chaleur et de lumière, à peu près comme les étoiles filantes traversent notre propre atmosphère (1). C'est à l'intervention de cette enveloppe gazeuse qu'est due la formation et l'immense développement des queues des comètes, d'où il résulte qu'elle doit exister partout où les comètes ont des queues, c'est-à-dire au delà de l'orbite de Mars.

» Quant à la masse centrale, elle est formée de matériaux combustibles, de métaux principalement, associés en partie au carbone et à l'hydrogène dans des combinaisons que la température peu élevée de cette masse n'empêche pas de subsister. Elle est liquide cependant, du moins à la surface, et de tous les points de sa superficie s'élèvent des vapeurs qui vont brûler un peu plus haut dans l'oxygène ambiant.

» Cette combustion, toute superficielle, produit une nappe de flammes au-dessus du noyau central et constitue la photosphère dont la température est beaucoup plus élevée que celle du noyau. Celui-ci est maintenu, malgré la forte chaleur de cette sorte d'enceinte, à une température constante et relativement très-basse, par un effet analogue aux phénomènes de caléfaction de M. Boutigny (2).

---

(1) Les queues des étoiles filantes sont couchées sur leurs trajectoires; celles des comètes sont couchées sur leurs rayons vecteurs. Il ne faut pas perdre de vue cette différence si l'on veut apprécier l'analogie que M. Vicaire croit voir entre les deux ordres de phénomènes.

(2) C'est là un artifice ingénieux destiné à sauver la conception herschélienne d'un noyau

» La photosphère se maintient d'elle-même à une température constante, à peu près comme la flamme d'une bougie, parce qu'elle est régulièrement alimentée, comme celle-ci, par une source constante de vapeurs émises par le noyau dans une immense atmosphère d'oxygène.

» Les produits de cette combustion sont en partie gazeux (eau, acide carbonique, etc.), en partie solides (silice, terres, oxydes métalliques). Ceux-ci plus le carbone, tant qu'il ne rencontre pas l'oxygène en excès, donnent à cette combustion le vif éclat qui caractérise la photosphère.

» Ces matériaux oxydés nagent à la surface de la photosphère, se soudent en nappes plus ou moins étendues, et ne tardent pas à retomber sur le noyau en larges plaques de scories. Selon les circonstances variées de leur agglutination et de leur densité, ils donnent lieu, en choquant avec plus ou moins de force la mer liquide intérieure, aux divers phénomènes des facules, des taches et des protubérances.

» Telle est, en abrégé, la théorie de M. Vicaire. Il se donne, au point de départ, un amas sphérique et froid de matériaux combustibles dont la composition chimique, assez singulière, est calculée de manière à fournir abondamment de l'hydrogène et à satisfaire aux conditions de densité, de fusibilité et même d'ébullition à une température relativement basse, et il le fait brûler, à partir d'un certain moment, dans une atmosphère oxydante. D'où peut venir cette idée? M. Vicaire nous le laisse voir : « elle dérive, par voie d'analogie, d'une hypothèse relative aux origines géologiques de notre propre globe. Les géologues ont donné beaucoup d'attention à une circonstance très-frappante dans la série des matériaux superposés de l'écorce terrestre. A la surface, ces matériaux sont oxydés au maximum, mais leur degré d'oxydation baisse dans les couches profondes. Il y a lieu de croire que l'oxydation disparaît encore plus bas, en sorte que la partie centrale serait formée de matériaux combustibles, mais non atteints par l'oxydation. » Si l'on considère, en outre, que notre globe est entouré d'une mince couche d'oxygène, mélangé à un autre gaz à peu près inerte, d'eau liquide et en vapeurs et d'acide carbonique, on incline tout d'abord à croire que cet état de choses résulte d'une vaste combustion superficielle aujourd'hui arrêtée. La Terre donc, primitivement for-

---

froid, se maintenant froid dans une enveloppe incandescente. Il est juste de dire que cette idée a été développée il y a quelques années par M. E. Liais, dans son livre intitulé *l'Espace céleste*, p. 64, 65 et 66.

mée d'un amas de matériaux combustibles (métaux, carbone, silicium, hydrogène) et entourée d'une vaste atmosphère d'oxygène presque pur, aurait pris feu, pour ainsi dire, à un moment donné, et aurait brûlé pendant quelque temps. L'arrêt de cette combustion spontanée aurait laissé subsister autour de nous un reste d'oxygène non consommé, mêlé à l'azote primitif et aux produits volatils de la combustion. Telle est l'hypothèse géologique que M. Vicaire transporte de la Terre au Soleil.

» Mais d'abord toute hypothèse est-elle admissible? N'y a-t-il, dans cet ordre de questions, aucune limite imposée d'avance à notre imagination? De telles limites existent : l'état actuel du Soleil est lié à ses états antérieurs; or ceux-ci ne nous échappent pas tout à fait, car la formation nullement arbitraire des planètes de notre petit monde nous donne sur eux quelque prise, et lorsque l'on considère, avec Laplace et tous les astronomes modernes, les divers membres de notre système comme des dérivés successifs de la masse solaire primitivement répandue dans l'espace, il est évident qu'il n'y a plus place pour l'hypothèse de M. Vicaire. La formation dans l'espace d'un amas quelconque de matériaux se réunissant de loin vers un centre commun ne peut avoir lieu sans production de chaleur. Cette chaleur peut être assez élevée pour faire longtemps obstacle aux actions chimiques, mais il est impossible de concevoir que, à l'époque du refroidissement, ces actions chimiques ne se soient pas donné carrière, qu'elles aient été complaisamment suspendues de manière à laisser s'opérer la séparation absolue que M. Vicaire suppose entre les matériaux comburants et les combustibles : d'une part, les métaux oxydables même à froid et les composés organo-métalliques dont la préparation ne peut se faire, dans nos laboratoires, qu'à l'abri de l'air; de l'autre, un vaste réservoir d'oxygène libre destiné à entrer en action seulement à un moment donné. Le point de départ de l'auteur est donc un état de choses qui ne se rattache à rien, une hypothèse dont l'acceptation entraînerait le rejet des plus belles conceptions de la science moderne.

» Cette condition, que je viens de poser, de prendre au moins pour point de départ de la phase solaire actuelle un état compatible avec la succession des phénomènes antérieurs, était inconnue du temps de Wilson et d'Herschel I; il leur était permis, à ce point de vue, d'adopter une hypothèse tout aussi peu conciliable que celle de M. Vicaire avec nos idées actuelles; mais, aujourd'hui, il me semble que cette condition ne doit plus être négligée.

» Ce n'est pas tout : l'immense étendue de l'atmosphère d'oxygène que M. Vicaire est obligé d'accoupler avec son globe combustible (assez semblable à celui de sir Humphry Davy), rencontre de sérieuses difficultés. Laplace, après avoir montré que les actions mutuelles des couches successives de l'atmosphère d'un corps céleste tendent à établir ou à rétablir, entre leurs mouvements de rotation et celui du noyau, une parfaite égalité, et que la dernière couche ne saurait dépasser la région où la force centrifuge fait équilibre à la pesanteur, applique ces notions au Soleil et trouve : 1° que son atmosphère actuelle est fort loin de pouvoir atteindre l'orbite de Mercure; 2° que l'aplatissement de cette enveloppe ne saurait être moindre que $\frac{2}{3}$, conditions radicalement incompatibles avec l'idée de ceux qui, comme M. Vicaire, prennent la lumière zodiacale pour l'atmosphère même du Soleil. Afin de parer à cette difficulté, M. Vicaire admet que la rotation de l'atmosphère est en retard sur celle du noyau, et que ce retard augmente d'une couche à l'autre; toutefois, il n'assigne pas la cause de ce retard. Il aura pensé, sans doute, à l'ascension continuelle des produits de la combustion, lesquels tendraient à se diffuser dans l'atmosphère. Mais, de quelque manière qu'une partie du noyau s'élève dans les couches supérieures de cette énorme enceinte, il y a là un travail mécanique qui doit coûter de la chaleur; en d'autres termes, si tous les produits de la combustion devaient être gazeux et diffusés jusqu'aux limites d'une atmosphère de plus de 110 millions de lieues de diamètre, le Soleil n'ayant que la chaleur de combustion de ces matériaux risquerait de devenir une source de froid. Si, au contraire, les produits de la combustion étaient solides, l'appel continuel d'oxygène qui se ferait vers le noyau engendrerait mécaniquement de la chaleur; mais, en même temps, ce serait une accélération angulaire de la rotation de l'enveloppe qui tendrait à se produire, et non un retard. Il me semble donc bien difficile d'admettre que M. Vicaire puisse échapper à l'argumentation si nette et si décisive de Laplace. Resteraient d'ailleurs les difficultés physiques et mécaniques dues à la présence de quatre grosses planètes, d'un satellite, de milliers d'essaims d'étoiles filantes, etc., au cœur de cette gigantesque atmosphère dont le simple phénomène de la nuit devrait suffire à écarter l'idée. Ai-je besoin d'ajouter que les merveilleuses découvertes que nous devons à l'analyse spectrale sur la constitution de la chromosphère et de l'auréole des éclipses seraient bien difficiles à concilier avec cette hypothèse.

» Mais laissons cette discussion préalable de l'hypothèse, et voyons com-

ment elle s'adapte aux faits principaux. Parmi eux, le premier, le plus caractéristique, celui dont il faut au moins et avant tout rendre compte, c'est l'intensité et la longue durée de la radiation solaire. S'il s'agissait de l'hypothèse géologique, c'est-à-dire de la combustion supposée de la Terre dans une atmosphère d'oxygène, nous n'aurions pas ce moyen de contrôle; mais, comme il est question du Soleil, il faut rendre compte de la quantité de chaleur bien connue qu'il verse annuellement dans l'espace et des milliers d'années pendant lesquelles il a notoirement rayonné avec cette intensité. La combustion admise par M. Vicaire peut-elle suffire à cela? Le calcul a été fait d'avance par sir W. Thompson; or, le résultat n'est pas favorable. Même en admettant que la masse entière du Soleil soit entièrement formée de charbon, qu'on lui fournisse par-dessus le marché l'énorme quantité d'oxygène nécessaire pour la combustion complète, et qu'on dispose les choses de manière que la radiation reste constante jusqu'au bout, la chaleur produite ne représenterait pas plus de quarante-six siècles d'existence pour le Soleil. En d'autres termes, le Soleil, dans l'hypothèse de M. Vicaire, n'aurait pu suffire à la courte période à laquelle remontent notre histoire et même quelques-uns de nos monuments.

» C'est donc en dehors des actions chimiques que M. Vicaire aurait dû chercher la cause ou l'origine de la chaleur solaire. Je pourrais m'en tenir là, mais M. Vicaire, qui connaît bien les calculs dont je viens de rappeler les résultats écrasants, affirme qu'il est en mesure d'en atténuer la portée; je dois donc attendre la rectification qu'il annonce (1) et poursuivre mon examen.

» Le second fait, presque aussi frappant que la longue durée et l'intensité de la radiation solaire, c'est son admirable constance. M. Vicaire l'explique par une comparaison qui serait saisissante de clarté si elle était exacte. Il cite la flamme d'une bougie qui, par sa propre chaleur, fond et vaporise, à chaque instant, la quantité de cire dont elle a besoin, et brûle ainsi jusqu'au bout avec une constance pour ainsi dire spontanée. De même, sur le Soleil, une partie de la chaleur, développée par combustion,

(1) On peut, en effet, contester ce calcul, mais c'est seulement, ce me semble, en ce qu'il fait la part trop belle à l'hypothèse de la combustion. L'oxygène, par exemple, ne doit pas être fourni gratuitement; sa masse doit faire partie de celle du Soleil, et comme pour 6 parties de charbon il en faut 16 d'oxygène, ces quarante-six siècles de durée devraient être réduits dans le rapport de 22 à 6, c'est-à-dire à moins de 1300 ans.

entretiendrait la vaporisation superficielle du noyau liquide, et celle-ci à son tour alimenterait régulièrement la combustion de la photosphère, grâce à l'inépuisable oxygène de l'enveloppe gazeuse. Mais, pour la bougie, les produits de la combustion s'échappent au loin dans l'atmosphère, qui reste ainsi dans une même condition autour de la flamme; la surface libre de la bougie fondue reste inaltérée, puisqu'elle ne reçoit aucun résidu solide. Sur le Soleil, au contraire, les produits solides de la combustion, les oxydes terreux ou métalliques, incessamment formés dans la photosphère, retombent incessamment en poussière sur la nappe d'alimentation, tandis que les produits gazeux vicient progressivement l'atmosphère comburante. Un soleil ainsi constitué ne tarderait pas à s'encroûter et à s'éteindre au lieu d'éclairer et d'échauffer notre Terre pendant les immenses périodes dont on est loin encore de pouvoir assigner la fin. Ce mode de combustion est par lui-même si peu stable, qu'il y a deux manières pour lui de finir brusquement (comme une bougie qu'on souffle), soit par l'empâtement de la surface du noyau, soit par une simple altération momentanée de l'atmosphère oxydante dans la couche la plus basse.

» Viennent ensuite les détails familiers, taches, facules et protubérances. M. Vicaire les explique tous en quelques mots, en admettant que les produits solides de la combustion métallique se forment en nappes ou en blocs de scories dans la photosphère, et retombent ensuite çà et là avec plus ou moins de force sur le noyau liquide. Selon la densité et l'étendue de ces nappes de scories, le choc produira tels ou tels effets: ici une tache, ailleurs une protubérance, plus loin une facule. Ces blocs sont fort commodes; mais il est difficile de se rendre compte de leur formation. Je comprends bien que le calcium, le magnésium, etc., en brûlant, donnent lieu à des oxydes pulvérulents et légers, qui retomberont sur le noyau; mais que cette poussière s'agglomère en l'air dans la flamme même où elle se forme, et reste suspendue ainsi jusqu'à ce qu'elle ait acquis une consistance, une densité et un volume capables de faire l'effet voulu, de choquer violemment et même de plonger tout à coup dans la masse métallique intérieure, de manière à produire le rejaillissement du liquide lui-même, je ne le comprends pas, et, dussé-je même parvenir à m'en rendre compte, il me resterait à comprendre comment ces chutes de scories incandescentes produiraient indistinctement des taches ou des facules, du noir ou du blanc éclatant. Des astronomes avaient bien pensé à des scories pour expliquer les taches; mais ces scories étaient censées se former par refroidissement à la surface même du noyau liquide du Soleil; on n'avait pas

eu l'idée de les faire tomber incandescentes de 600 à 700 lieues de hauteur.

» Et notez bien que ces scories ne devraient pas être de minces pellicules, mais des nappes énormes d'une grande rigidité, capables de résister des mois entiers au bouillonnement d'un océan métallique en fusion, d'intercepter les vapeurs qui voudraient franchir l'obstacle et de les forcer à sortir au loin, par-dessous les bords; autrement nous n'aurions pas de pénombres. A peine est-il nécessaire de dire qu'avec tous ces artifices les pénombres ne viennent pas; et cela me fait penser que j'ai eu bien tort de ne pas publier une coupe verticale d'une tache solaire, avec le soin de conserver en hauteur aussi bien qu'en largeur la même échelle; peut-être le seul aspect d'un dessin véritable, bien différent des dessins de fantaisie qu'on trouve dans les livres, et qui font ressembler les taches à des sortes de trous de loup, aurait-il suffi pour détromper mon savant adversaire.

» Quant aux lois du mouvement de ces taches, je n'ai pu bien comprendre M. Vicaire; en le critiquant, je m'exposerais à dénaturer sa pensée, encore très-obscure pour moi, car c'est du mouvement en arrière de son atmosphère qu'il fait dériver le mouvement en avant de ses scories flottant, comme celles de MM. Gauthier et Zöllner, sur sa mer liquéfiée. Je suis frappé néanmoins de la manière dont on traite ces lois. Nous avions tous trouvé (je dis MM. Carrington, Peters, Spœrer, Zœllner, etc., et moi) que le mouvement principal en longitude était fonction de la latitude seulement; M. Vicaire affirme, sans même regarder les observations, qu'il doit dépendre en outre du nombre des taches actuellement existant sur le parallèle considéré. Il affirme pareillement que les taches sont entraînées d'un mouvement commun vers l'équateur. Si, au lieu de se construire de toutes pièces un soleil à lui, M. Vicaire voulait bien consulter les observations astronomiques, il verrait que ce mouvement d'ensemble des taches vers l'équateur n'est pas plus sensible que l'influence du nombre des taches.

» Voici la conclusion de ce rapide examen. Bien que M. Vicaire ait parfaitement compris le problème dans toute son étendue, ce qui n'est pas un mince mérite, il ne l'a pas résolu et n'a même pas, à mon avis, rendu compte d'un seul phénomène solaire. Cet insuccès ne paraîtra pas étonnant, si l'on songe au mode de procéder de l'auteur : loin de déduire ses idées des faits observés, il s'est efforcé, au contraire, de plier les faits à un idée préconçue. Que l'on consulte l'histoire des sciences, et l'on verra

cette méthode aboutir invariablement au même résultat. Je vais réunir ici, pour ne pas sortir de mon sujet, les diverses hypothèses qui ont été proposées sur le Soleil :

» 1° Les uns nous disent que le Soleil est un corps obscur et froid, entouré de minces couches gazeuses où certaines forces physiques (que rien n'alimente) développent incessamment de la lumière et de la chaleur. Des éruptions gazeuses partent du noyau solide et forment les taches. Cette hypothèse a régné jusque dans ces derniers temps, bien que ce soit un cas des mieux caractérisés de mouvement perpétuel.

» 2° Les autres affirment que le Soleil est un globe liquide incandescent, sur lequel apparaissent des scories, comme sur un bain de métal en fusion. Il serait difficile de dire comment un pareil globe ne s'encroûte pas.

» 3° D'autres croient que le Soleil est une masse gazeuse portée à une température de plusieurs millions de degrés, et continuellement agitée par des éruptions plus ou moins volcaniques. Les taches sont dues à ces éruptions directement (Tacchini) ou indirectement à leurs déjections (Secchi). Que peuvent être des éruptions au sein d'une masse gazeuse?

» 4° D'autres prétendent que, sauf la température, le Soleil est fait comme la Terre; que du moins il a une atmosphère comme la nôtre, des vents alisés comme les nôtres, des tempêtes même et surtout des nuages comme les nôtres, voire même des nuages superposés.

» 5° D'autres affirment que le Soleil a la sensibilité, l'impressionnabilité des matières explosives, en sorte que les plus minces actions, telles que celles des planètes, Jupiter, la Terre et Vénus, peuvent y déterminer les grands phénomènes que sa surface nous présente.

» 6° D'après sir J. Herschel, le noyau solide et froid est surmonté de plusieurs enveloppes gazeuses. Dans l'enveloppe extérieure, sous l'influence de vents alisés, se forment des tourbillons qui pénètrent parfois dans les enveloppes intérieures, c'est-à-dire dans la photosphère et dans la région des pénombres. Tentative scientifique stérilisée par l'admission d'hypothèses impossibles.

» 7° D'après R. Mayer et M. Waterston, le Soleil serait un corps échauffé par le choc incessant des aérolithes qui tombent à sa surface : germe d'une grande idée stérilisée par l'abus de l'hypothèse.

» 8° Enfin M. Vicaire nous propose de considérer le Soleil comme un corps combustible qui brûle, depuis un certain temps, dans une atmosphère oxydante.

» Pour moi, j'ai essayé de me passer d'hypothèses. J'ai tout simplement étudié les mouvements des taches dans la collection des observations et des mesures anglaises. L'Académie se rappellera que, pendant plusieurs années, je lui en ai apporté les lois l'une après l'autre. Puis j'ai tâché d'en déduire quelque chose sur la constitution du Soleil. Je comprends que ces travaux pénibles ne satisfassent pas les esprits très-nombreux qui, sans se soucier beaucoup des observations et des mesures, veulent, d'un bond de leur imagination, résoudre la question; mais je persiste à croire que j'ai suivi la bonne voie. L'autre a toujours été stérile; nous venons de le constater pour la huitième fois sur le même problème. »

PHYSIQUE. — *Sur la détermination des longueurs d'onde des rayons de la partie infra-rouge du spectre, au moyen des effets de phosphorescence.* Note de M. EDM. BECQUEREL.

« L'étude des parties infra-rouges et ultra-violettes du spectre, dont je m'occupe depuis longtemps, exige l'emploi d'une méthode simple pour la comparaison des longueurs d'onde des différents rayons, et pouvant permettre en même temps d'agir avec des rayons d'une certaine intensité. Les images spectrales données par les réseaux et conduisant à la mesure des longueurs d'onde des rayons lumineux n'ont pas une intensité suffisante pour que certains effets chimiques et phosphorogéniques puissent être observés; d'un autre côté, la diffusion latérale, qui a lieu, lors des effets de phosphorescence, sur les matières elles-mêmes, fait que les bandes ou raies obscures larges peuvent seules être distinguées.

» On peut alors avoir recours aux effets d'interférence des lames minces, donnant des spectres cannelés que MM. Fizeau et Foucault ont observés, et qui ont permis à M. Fizeau de mesurer les longueurs d'onde de la partie calorifique infra-rouge au moyen d'appareils thermométriques.

» Si l'on place, en effet, une lame mince, de mica par exemple, en avant de la fente étroite du volet d'une chambre noire, par où pénètre le faisceau de rayons solaires réfléchis par un héliostat, on sait que l'on voit apparaître dans l'image spectrale des bandes d'interférence plus ou moins nombreuses, suivant l'épaisseur et la nature de la lame. Leur nombre, entre deux limites déterminées de réfrangibilité, par exemple entre deux lignes noires du spectre solaire, est lié aux longueurs d'onde des rayons correspondants.

» Les bandes vues de cette manière sont faibles, car les deux faisceaux lumineux transmis, l'un direct, l'autre après deux réflexions, ont des intensités très-inégales; elles apparaissent seulement sur l'image spectrale; mais, si les bandes sont obtenues par réflexion, en substituant à la glace métallique de l'héliostat la lame de mica simplement posée sur un carton plan ou sur une surface plane non réfléchissante, les faisceaux de rayons réfléchis sur les deux surfaces de cette lame ont des intensités comparables, et les bandes sont alternativement lumineuses et obscures. Le phénomène est alors très-net, et l'image du spectre, traversée par les bandes, est assez vive. Avec un spectroscope, les effets sont également très-brillants.

» Il serait bon, pour observer ces franges avec toute leur intensité, que les surfaces de la lame de mica fussent parfaitement planes; mais, si l'épais-

seur de cette lame est partout la même, on les observe encore en même temps que les raies du spectre, sans cette condition, quoique moins vivement; car, si les rayons solaires réfléchis cessent d'être parallèles, ce défaut de parallélisme est corrigé par le collimateur du spectroscope ou du système de projection avec lequel on étudie le spectre. Néanmoins il faut prendre les précautions nécessaires pour que les lames minces soient aussi planes que possible.

» Une lame de mica qui pesait 5 décigrammes par décimètre carré, et dont l'épaisseur était, par conséquent, inférieure à $\frac{2}{100}$ de millimètre, a donné, d'après la première disposition expérimentale indiquée plus haut, $11\frac{1}{2}$ franges environ comprises entre les lignes B et D du spectre solaire. Une lame plus épaisse et correspondant à l'épaisseur dite $\frac{1}{4}$ d'onde en a donné 35 entre les mêmes limites; mais, pour les phénomènes de phosphorescence et en raison de la diffusion latérale, il faut que leur nombre soit bien moindre et que, par conséquent, l'épaisseur du mica ne dépasse pas et même soit inférieure à $\frac{1}{100}$ de millimètre. Je n'indiquerai pas ici l'expression qui lie les longueurs d'onde avec le nombre de franges, me réservant de donner des détails sur ces mesures dans le Mémoire relatif à ce sujet.

» Le mica est jusqu'ici la substance qui m'a le mieux réussi pour l'emploi des effets de ce genre dans les phénomènes de phosphorescence. S'il s'agit de la partie ultra-violette du spectre, le mode d'expérimentation est très-simple, et il suffit de soumettre à l'influence du spectre, ainsi traversé par des bandes d'interférence, des surfaces enduites de matières phosphorescentes préalablement pulvérisées; les parties inégalement actives de l'image spectrale se dessinent alors nettement.

» Mais, dans la région infra-rouge, où le rayonnement agit d'une manière spéciale et en apparence inverse de celle de la région violette, ainsi que je l'ai montré antérieurement (1), les effets sont beaucoup plus difficiles à distinguer. Dans ce cas, comme les franges se rapprochent d'autant plus les unes des autres que l'on considère des rayons moins réfrangibles, c'est-à-dire que la longueur d'onde croît plus vite, il est nécessaire d'avoir des lames de mica extrêmement minces, sans quoi, en raison de l'empiétement des effets de phosphorescence, on ne pourrait pas les distinguer. En outre, il faut faire usage de corps, comme la blende hexa-

(1) *Comptes rendus*, t. LXIX, p. 994, 1869, et Edm. Becquerel, *la Lumière, ses causes et ses effets*, t. Ier, p. 144.

gonale, dont la phosphorescence n'a pas une très-longue durée, mais offre une grande vivacité.

» Je ne suis pas en mesure d'indiquer aujourd'hui les longueurs d'onde correspondant à quelques bandes que j'ai observées dans la partie infrarouge en employant la méthode dont j'ai exposé antérieurement le principe (1), car l'étude de cette question n'est pas terminée; mais les longueurs d'onde des parties explorées dépassent le double de celles des rayons extrêmes rouges. J'ai voulu seulement indiquer le mode d'expérimentation employé dans ces recherches. Je dois signaler cependant l'observation d'une très-large bande dans l'infra-rouge, qui concorde, comme position et longueur d'onde, avec la bande observée par M. Fizeau à l'aide des effets calorifiques, preuve de l'identité des différents effets produits par les mêmes parties du spectre.

» On sait que certaines actions chimiques se produisent en dehors de l'extrémité rouge du spectre solaire; avec les composés d'argent qui manifestent nettement cette prolongation, sous-chlorure d'argent, iodure et bromure (2), on ne dépasse pas beaucoup cette limite, de sorte que l'on ne pourrait pas aller loin dans l'infra-rouge par l'observation de ces effets, comme on peut le faire au moyen de la phosphorescence. »

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXIX, p. 999.

(2) J'ai montré que l'iodure d'argent préalablement impressionné devient sensible à l'action des rayons jaunes et rouges et même des rayons un peu moins réfrangibles que les rayons rouges (*la Lumière, ses causes et ses effets*, t. II, p. 91), et que, sur une plaque daguerrienne, il n'est pas nécessaire de l'intervention de la vapeur de mercure pour faire apparaître l'image due à cette action continuatrice, se dessinant en blanc sur le fond bruni de la plaque. Lorsque les lames de plaqué d'argent simplement iodurées, ainsi que celles rendues plus sensibles par le brome et préalablement impressionnées, sont exposées à l'action du spectre solaire, l'influence continuatrice de la partie rouge s'exerce; mais, d'après la manière dont la vapeur de mercure se fixe, l'extrémité de cette partie du spectre manifeste une action chimique inverse ou destructive des premiers effets. J'ai reconnu depuis que, si l'impression préalable de la couche iodurée simple ou iodurée et bromurée est suffisante, et que l'action spectrale soit très-prolongée, cette action inverse à l'extrémité rouge n'est plus sensiblement apparente, soit sans l'action de la vapeur mercurielle, soit sous son influence; en outre, si l'on n'a pas recours à la vapeur mercurielle, et que l'on se borne à prolonger beaucoup l'action d'un spectre très-intense sur une lame d'argent iodée et bromée et suffisamment insolée, on voit également apparaître en clair, sur le fond bruni de la plaque, la partie comprise entre les lignes F et A et s'étendant même un peu au delà de A.

PHYSIQUE. — *Sur le rôle des armatures appliquées aux faisceaux magnétiques.* Note de M. J. Jamin.

« Dans mes précédentes Communications, j'ai insisté sur l'utilité des armatures; le progrès de mes recherches me permet d'ajouter aujourd'hui de nouvelles explications sur ce sujet.

» I. Je rappellerai d'abord que, si l'on superpose plusieurs lames aimantées, elles réagissent l'une sur l'autre, chacune détruisant, en partie, le magnétisme de sa voisine, de sorte que la force portative du faisceau est moindre que la somme des forces de chaque lame considérée isolément. Je vais citer un exemple.

» J'ai pris six lames provenant d'une machine de la Compagnie l'*Alliance*. Elles formaient à l'origine un faisceau plus que médiocre; mais, les ayant retrempées à une température convenable, suivant les principes que j'ai posés dans ma dernière Communication, j'ai réussi à les rendre excellentes; chacune, pesant 3 kilogrammes, supporte maintenant 18 kilogrammes en moyenne, ce qui est à peu près le taux des meilleurs aimants.

» Mais, quand on les superpose en un faisceau unique, au lieu de 108 kilogrammes qu'elles porteraient, si elles ajoutaient leur puissance, on trouve qu'elles n'en soutiennent que 64 : chacune d'elles a donc subi un affaiblissement. On en trouve d'ailleurs la preuve irrécusable en démontant le faisceau et en constatant que chaque lame porte à peine 9 ou 10 kilogrammes au lieu des 18 qui étaient sa force avant la superposition.

» On arrive à la même conclusion en étudiant, au lieu de la force portative, *le poids d'arrachement* d'un petit contact d'épreuve, de longueur indéfinie et de 1 millimètre de section.

Ce poids est de 160 grammes à l'extrémité de chaque lame isolée; il augmente beaucoup pour deux lames, très-peu pour trois; il est alors égal à 240 grammes, et reste fixe à cette limite quand on emploie 4, 5 ou 6 éléments. Si ensuite on les sépare, la force de chacun de ces éléments est réduite à 60 grammes environ.

Il ne peut donc y avoir aucun doute théorique ou expérimental sur ce point que, par leur voisinage, les lames magnétiques s'affaiblissent et que la puissance du faisceau n'est pas égale à la somme des forces de ses éléments.

» II. J'ai fait connaître un moyen d'empêcher, pour un temps, cette réaction de se faire et cet affaiblissement de se produire. Ce moyen consiste

à aimanter séparément chaque lame, à lui appliquer ensuite un contact bien ajusté, de même épaisseur qu'elle, ce qui la neutralise, à superposer lames et contacts et à fixer par des écrous les aimants entre eux et les contacts entre eux. Ces opérations ne détruisent en rien la neutralité des éléments, mais empêchent leur réaction; aussi, pour arracher l'ensemble des contacts, a-t-il fallu un poids égal à 115 kilogrammes, un peu supérieur à la somme 108 des forces individuelles.

» Seulement, aussitôt que ces contacts ont été arrachés, les lames cessent d'être neutralisées, leur magnétisme reparaît; elles réagissent entre elles et s'affaiblissent comme dans le cas précédent. La force portative de chacune baisse à 9 ou 10 kilogrammes, et la force portative totale à 64 kilogrammes; de là, la distinction que j'ai établie entre *la force de premier arrachement* F, qui est égale à la somme des forces de chaque lame aimantée à saturation, et *la force d'arrachement permanente* f, qui est égale à la somme des forces de chaque lame après qu'elle a été affaiblie par l'action de ses voisines. On peut d'ailleurs reproduire à volonté ces deux aimantations, au moyen d'une forte spirale enveloppant les deux branches de l'aimant; on obtient l'aimantation maximum F si un contact est appliqué, et l'aimantation permanente f s'il n'y en a pas.

» F est toujours plus grande que f. Dans l'exemple précédent, elle est deux fois plus grande, et la différence entre F et f augmente avec le nombre des lames. F est la limite extrême de la force portative; mais elle est inutile, parce qu'elle est transitoire; au contraire, f est la force utilisable; elle pourrait, d'autre part, être augmentée et deviendrait égale à F si l'on pouvait supprimer la réaction des lames; dans ce cas, la puissance utile de l'aimant serait au moins doublée; or, on le peut, au moyen d'armatures convenables, comme je vais le montrer.

» III. J'ai réaimanté individuellement les six lames dont j'ai parlé plus haut, et, après leur avoir appliqué des contacts, je les ai superposées comme précédemment, mais avec cette différence que j'ai inséré, entre les trois premières et les trois dernières lames, deux armatures formées par des plaques de fer pesant $1^{kg},8$, présentant deux surfaces polaires, un peu en saillie sur l'aimant et auxquelles j'ai appliqué un fort contact. A ce moment l'aimant était parfaitement neutralisé. J'ai enlevé ensuite, peu à peu, tous les contacts individuels des lames, ne laissant que celui des armatures. Celui-ci a exigé ensuite, pour être arraché, une force de 107 kilogrammes : c'est la force de premier arrachement F déjà mesurée. Après ce premier arrachement, on replaça le contact, on le sépara de nouveau plusieurs fois de

suite, ce qui donna la force permanente f; elle se fixa à 82 kilogrammes, nombre inférieur à 107, mais supérieur à 64, qui était la valeur de f sans armatures; il y avait donc encore une diminution, mais elle n'était plus aussi grande.

» Il est facile de se rendre compte de cet effet. Tout morceau de fer mis à l'extrémité d'un aimant lui prend une partie de son magnétisme et diminue son intensité. Les lames, par l'effet de l'armature, sont donc moins chargées et, par suite, réagissent moins l'une sur l'autre. Si cela est, l'effet de l'armature doit augmenter avec la masse.

» Pour le prouver, j'ai recommencé l'épreuve avec des lames de fer, de 40 centimètres de longueur, qui pesaient 3 kilogrammes chacune et qu'on intercala à la place des précédentes, au milieu du faisceau, en prenant les mêmes précautions. Cette fois, les forces d'arrachement transitoire et permanente F et f ont été trouvées égales à 103 kilogrammes, et, à 98 kilogrammes, elles sont devenues sensiblement égales entre elles : l'effet de l'armature a donc été de doubler à peu près la force utilisable de l'aimant. A la vérité il a fallu, pour cela, y ajouter 6 kilogrammes de fer, c'est-à-dire le tiers de son poids.

» Il est facile de montrer par une épreuve inverse que les armatures ont eu pour effet de conserver à chaque lame le magnétisme qu'elles avaient reçu avant la superposition. A cet effet, on replace les contacts sur chacune d'elles, puis on les sépare après les avoir ainsi neutralisés séparément. Les contacts étant ensuite enlevés, on a mesuré les forces portatives et observé avec le petit contact d'épreuve le poids d'arrachement à l'extrémité. Voici le tableau des résultats, quand le faisceau avait été monté, avec ou sans les armatures.

	Après l'aimantation individuelle.	Après la séparation d'un faisceau formé de six lames, sans armatures.	avec l'armature de $1^{kg},8$.	avec l'armature de 1^{kg}.
Force d'arrachement......	160^{gr}	60^{gr}	84^{gr}	160^{gr}
Force portative..........	18	9	12	18
		Avant la séparation du faisceau.		
Force portative totale F...	»	115^{kg}	107^{kg}	103^{kg}
» » f...	»	64	82	98

» Si l'on commençait par superposer les lames pour leur appliquer ensuite des armatures, elles commenceraient par réagir l'une sur l'autre et par s'affaiblir sans que l'armature puisse après coup reproduire le magnétisme perdu. Loin de là, elles se dissémineraient et ne feraient que l'affaiblir. Il

faut noter, d'ailleurs, que, mises avec les précautions que nous avons indiquées, les armatures n'ont jamais pour effet d'augmenter l'intensité magnétique telle que la mesure le contact d'épreuves; au contraire, elles tendent à l'affaiblir ; leur rôle est d'offrir un espace où s'accumule et se garde le magnétisme qui serait détruit si elles n'existaient pas, par suite des réactions qu'exercent entre eux les éléments du faisceau. »

THERMOCHIMIE. — *Sur les déplacements réciproques entre les hydracides;* par M. **Berthelot.**

« On sait que les déplacements réciproques entre les hydracides sont le plus souvent inverses de ceux des métalloïdes correspondants. Tandis que le chlore déplace dans les bromures le brome, qui déplace à son tour l'iode dans les iodures, solubles ou insolubles, l'acide bromhydrique, au contraire, décompose le chlorure d'argent et les chlorures alcalins; l'acide iodhydrique décompose de même les chlorures et les bromures d'argent et de métaux alcalins. Opposition semblable entre l'oxygène et le soufre : le premier déplaçant le second dans un grand nombre de combinaisons, tandis que l'hydrogène sulfuré change en sulfures les oxydes métalliques. J'ai expliqué (1) ce renversement des phénomènes par le renversement du signe thermique des réactions : le chlore dégageant, en général, plus de chaleur que le brome, et celui-ci que l'iode, en s'unissant aux métaux et à l'hydrogène; tandis que l'acide iodhydrique dégage plus de chaleur que l'acide bromhydrique, et celui-ci que l'acide chlorhydrique, en se combinant avec l'oxyde d'argent et divers autres oxydes métalliques. J'avais établi mes calculs d'après les nombres qui avaient alors cours dans la science; mais les doutes qui se sont élevés, dans ces dernières années, sur la précision des anciennes mesures thermiques, joints à la connaissance plus approfondie du rôle chimique de l'eau dans les réactions des corps dissous, m'ont décidé à faire une étude nouvelle des phénomènes.

» J'ai été ainsi conduit à examiner, au double point de vue chimique et thermique, les réactions des acides chlorhydrique, bromhydrique, iodhydrique, cyanhydrique et sulfhydrique sur les oxydes et sur les sels alcalins et métalliques, ainsi que leurs déplacements réciproques.

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXIV, p. 414, 1867. — *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XVIII, p. 106.

I. — *Action des acides chlorhydrique, bromhydrique, iodhydrique sur les oxydes d'argent, de mercure et de potassium.*

» 1. *Sels alcalins.* — J'ai trouvé :

		Cal
$HCl\,(1^{éq} = 2^{lit}) + KO\,(1^{éq} = 2^{lit})$	....	$+13,59$
HBr » $+ KO$ »	....	$+13,50$
HI » $+ KO$ »	....	$+13,58.$

Ces trois nombres ne diffèrent pas d'une quantité supérieure aux erreurs d'expérience. Comme contre-épreuve :

$$\left.\begin{array}{ll} HI\,(1^{éq} = 2^{lit}) + KCl\,(1^{éq} = 2^{lit}) \ldots & +0,04 \\ HCl \quad » \quad + KI \quad » \quad \ldots & +0,10 \end{array}\right\} N - N_1 = -0,06.$$

» 2. Je rappellerai encore les nombres suivants, que j'ai déjà publiés :

HCl gaz + eau ($800H^2O^2$)...	$+17,43$	KCl solide + eau...	$-4,19$
HBr gaz + eau » ...	$+20,00$	KBr » ...	$-5,45$
HI gaz + eau » ...	$+19,57$	KI » ...	$-5,32.$

D'après ces nombres, la formation du chlorure de potassium solide, à la température ordinaire, depuis la base et l'acide dissous, ou séparés de l'eau, dégage moins de chaleur que celle du bromure ou de l'iodure; tandis que les deux derniers sels diffèrent très-peu l'un de l'autre.

» 3. *Sels de mercure.* — J'ai trouvé :

1° $HgCl\,(1^{éq} = 6^{lit}) + KO\,(1^{éq} = 2^{lit})$	.....	$+4,17$
$HgCl\,(1^{éq} = 8^{lit}) + KO$ »	.....	$+4,09$
Moyenne	.....	$+4,13$

HgCl solide + eau (40 parties) ...... $-1,52$;

d'où

HgO + HCl (étendu) = HgCl (dissous) dégage ...... $+9,46$

HgO + HCl (étendu) = HgCl (solide) » ...... $+10,98$

2° $HgCl\,(1^{éq} = 4^{lit}) + KI\,(1^{éq} = 4^{lit})$ = HgI (précipité) + KCl (dissous)... $+20,51$

En tenant compte de la quantité d'iodure de mercure demeuré dissous, ce chiffre devient .... $+20,66$;

d'où HgO + HI (étendu) = HgI (solide) dégage ...... $+30,12$

» La formation de l'iodure de mercure solide, depuis l'hydracide dissous, dégage donc $+19,2$ de plus que celle du chlorure solide. Si les deux hydracides étaient gazeux, l'excès s'élèverait à $+21,3$.

» Le déplacement de l'iode par le chlore, dans l'iodure de mercure,



dégage bien moins de chaleur que dans les iodures alcalins : soit, en présence de l'eau, + 5,5 au lieu de + 26. Si l'iode se séparait sous forme gazeuse, vers 200 degrés par exemple, la chaleur dégagée tomberait vers + 2 calories (en supposant qu'il ne se produisît pas de chlorure d'iode ou d'autre composé accessoire). La substitution du chlore à l'iode, vis-à-vis du mercure, dégage moins de chaleur que pour aucun autre métal. Une très-petite énergie étrangère, employée d'une manière convenable, permettrait sans doute de renverser la réaction.

» 3° J'ajouterai encore les faits suivants, qui ne manquent pas d'importance théorique, et sur lesquels je reviendrai. La dissolution de l'iodure de mercure, dans une solution étendue d'iodure de potassium, a lieu avec un dégagement de chaleur assez considérable. Il en est de même lors de la formation, à l'état dissous, de divers sels doubles du mercure et des métaux analogues, lesquels subsistent en présence de l'eau, contrairement à ce qui arrive pour les sels doubles des métaux alcalins.

» 4. *Sels d'argent.* — J'ai trouvé :

1° AzO^6Ag (1éq = 6lit) + KCl (1éq = 2lit)............ + 15,67
AzO^6H étendu + KO étendue.................... + 13,83
AzO^6Ag (1éq = 2lit) + KO (1éq = 2lit)............ + 8,66

d'où

AzO^6H étendu + AgO (précipité).......... + 5,17
HCl étendu + AgO (précipité).......... + 20,60
HCl (gaz) + AgO = AgCl + HO (gaz)... + 28,4

mais ce dernier chiffre n'est qu'approché, l'état physique du chlorure d'argent variant avec les conditions de la précipitation, comme M. Stas l'a montré, et surtout avec les conditions de la dessiccation; l'état de l'oxyde d'argent donne lieu aux mêmes réserves (1).

2° AzO^6Ag (1éq = 6lit) + KBr (1éq = 2lit)...... + 20,30

d'où

HBr étendu + AgO = AgBr (précipité)........ + 25,14
HBr (gaz) + AgO = AgBr + HO (gaz)...... + 35,5

ce dernier nombre étant seulement approché.

3° AzO^6Ag (1éq = 6lit) + KI (1éq = 4lit)....... + 26,90

La chaleur dégagée au premier moment a été trouvée moindre de 0,8

(1) *Voir* mon *Mémoire sur la formation des précipités* (*Comptes rendus* t. LXXIII, p. 1109, 1165 et surtout 1215).

environ, c'est-à-dire que la cohésion du précipité change peu à peu; mais on n'a pas pu suivre le phénomène au delà de quelques minutes. En admettant le chiffre ci-dessus :

$$\text{HI étendu} + \text{AgO} = \text{AgI (précipité)} \ldots\ldots\ldots \quad +31,82$$
$$\text{HI gaz} + \text{AgO} = \text{AgI} + \text{HO (gaz)} \ldots\ldots \quad +41,8$$

ce dernier nombre étant seulement approché.

» On voit que la formation de l'iodure d'argent, depuis l'hydracide dissous, l'emporte de + 6,7 sur le bromure et de + 11,2 sur le chlorure. Avec les hydracides gazeux, les excès seraient + 6,3 et + 13,4.

» La substitution du chlore au brome, dans le bromure d'argent, dégage + 6,5 au lieu de + 11, dans le bromure de potassium dissous (+ 10 dans le sel solide); celle du chlore à l'iode, dans l'iodure d'argent, dégage + 15, au lieu de + 26, dans l'iodure de potassium dissous (+ 25 dans le sel solide). L'action thermique des trois éléments halogènes donne donc lieu à des effets plus voisins les uns des autres quand elle s'exerce sur l'argent que sur le potassium. Le rapprochement est encore plus marqué avec le mercure, ainsi qu'il a été dit plus haut. Il n'est donc pas permis d'admettre que la substitution des éléments halogènes les uns aux autres donne lieu, en général, à des effets thermiques qui soient constants, ni même multiples d'une constante commune.

» Cette constance approchée existe au contraire pour les sels des métaux alcalins, et pour les chlorures, bromures, iodures acides dérivés de certains métalloïdes ou des composés organiques, tous ces corps étant comparés aux hydracides eux-mêmes (1).

II. — *Déplacement réciproque des hydracides dans leurs sels.*

» 1. Le déplacement de l'acide chlorhydrique par l'acide iodhydrique dans les chlorures de mercure et d'argent, aussi bien que ceux de l'acide chlorhydrique par l'acide bromhydrique dans le chlorure d'argent, et de l'acide bromhydrique lui-même par l'acide iodhydrique dans le bromure d'argent, sont faciles à expliquer, en se fondant sur les chiffres précédents; car tous ces déplacements dégagent beaucoup de chaleur.

» Ce qui rend la prévision valable, c'est qu'aucune réaction spéciale de l'eau ou d'un autre corps, exercée sur quelqu'un des produits, n'intervient pour modifier cette prévision générale, du moins tant qu'on opère à la

(1) *Comptes rendus*, t. LXXV, p. 103.

température ordinaire et sans évaporation. Le rôle spécial de l'eau ne s'exerce, en effet, que dans les cas où il existe un certain équilibre entre les composés solubles et les éléments de l'eau; et ces cas sont connus à l'avance. Tel est, par exemple, celui des sels acides ou basiques, qui dérivent des acides polybasiques ou à fonction mixte, sels que l'eau décompose partiellement en sels neutres proprement dits et en acide ou base libre. Or les acides chlorhydrique, bromhydrique, iodhydrique, étant monobasiques et simples par leur fonction, ne donnent lieu à rien de pareil dans les dissolutions.

» Cependant, si l'on procédait par évaporation, l'équilibre qui existe entre l'eau, les hydracides anhydres (1) et leurs hydrates définis et inégalement stables avec la température, pourrait intervenir et déterminer des réactions inverses, même avec les sels d'argent; je reviendrai tout à l'heure sur ce mécanisme.

» 2. Entre le chlorure d'un métal (ou d'un métalloïde) et le bromure ou l'iodure d'un autre métal, les réactions sont régies par les mêmes principes. Par exemple, l'iodure de potassium et le chlorure de mercure, employés à équivalents égaux, donneront lieu à un double échange, c'est-à-dire à la formation de l'iodure de mercure et du chlorure de potassium, parce que cette formation dégage de la chaleur : $+20,7$, les corps étant dissous; $+18,4$, les corps étant séparés de l'eau. Ces prévisions s'appliquent à tous les cas où n'interviennent ni action d'équilibre, ni formation d'un composé secondaire.

» 3. On remarquera que, dans la circonstance qui vient d'être citée, l'échange des corps halogènes est réciproque. On pourra donc recourir à une telle réaction; soit pour former un iodure métallique (iodure de mercure), soit pour former un chlorure métallique (chlorure de potassium), suivant les besoins de la préparation. Si je fais cette observation, c'est qu'elle trouve, en Chimie organique, des applications intéressantes.

» Non-seulement on transforme, en général, un composé organique chloré en composé iodé, par la réaction de l'acide iodhydrique concentré ou par celle de l'iodure de potassium sec, conformément aux principes posés au début de cette Note, mais, réciproquement, on peut changer un composé organique iodé en composé chloré, en le faisant agir sur un chlorure métallique convenablement choisi (chlorure mercurique, cuivreux,

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXXVI, p. 741 et 744.

argentique, plombique). Cette préparation inverse n'est nullement en contradiction avec les principes thermiques qui règlent la première ; elle en est, au contraire, une conséquence, et elle s'explique exactement comme la préparation du chlorure de potassium, au moyen du chlorure de mercure et de l'iodure de potassium.

» 4. Au contraire, le partage d'une base alcaline, la potasse par exemple, entre deux hydracides, dans une dissolution, ne peut être prévu à l'avance d'après les mêmes principes ; la formation du chlorure, du bromure et de l'iodure alcalin dissous dégageant la même quantité de chaleur, et la formation thermique des sels solides différant à peine et ne pouvant d'ailleurs être calculée, ni depuis les hydracides, ni depuis leurs hydrates définis, lesquels ne sont pas connus sous la forme solide.

» En fait, les deux actions inverses sont possibles, suivant que l'on opère par évaporation ou précipitation : je vais en développer les circonstances.

» 5. J'ai fait agir chacun des trois hydracides sur les sels de potassium des deux autres, à équivalents à peu près égaux, 20 parties d'eau environ se trouvant en présence de 1 partie de sel. On évapore au bain-marie, et l'on dessèche à l'étuve ; la pesée du produit indique la proportion décomposée. Voici les chiffres obtenus :

KCl + 1,05 HBr a fourni.....	0,67 KBr + 0,33 KCl.
KBr + 1,03 HCl.............	0,86 KBr + 0,14 KCl.
KBr + 7 HCl.............	0,84 KBr + 0,16 KCl.
KCl + 2 HBr.................	0,96 KBr.
KCl + 1,05 HI..............	0,75 KI + 0,25 KCl.
KI + 1,04 HCl..............	0,87 KI + 0,13 KCl.
KCl + 2 HI..............	0,98 KI
KBr + 1,03 HI..............	0,60 KI + 0,40 Br.
KI + 1,03 HBr.............	0,62 KI + 0,38 KBr.
KBr + 2 HI..............	0,98 KI.

» Ces chiffres montrent qu'un excès d'acide iodhydrique déplace à peu près complétement les deux autres hydracides : l'écart entre 0,98 et 1,00 s'expliquant d'ailleurs parce que l'iodure de potassium, chauffé en présence d'un acide et de l'air, perd toujours un peu d'iode.

» L'acide bromhydrique en excès déplace de même presque entièrement l'acide chlorhydrique.

» Mais les déplacements ne sont pas complets lorsqu'on se borne à opérer à équivalents égaux : dans ce cas, il y a toujours partage, et les deux chiffres fournis par les actions réciproques, tout en demeurant voi-

sins, ne sont pas identiques; enfin un excès notable (7 équivalents) d'acide chlorhydrique ne déplace qu'une fraction d'acide bromhydrique à peine plus grande qu'un seul équivalent. Cependant il m'a paru que, en réitérant un grand nombre de fois les actions et les évaporations, on parvenait à la longue à une élimination totale des acides bromhydrique et iodhydrique, même par l'acide chlorhydrique.

» Toutes ces circonstances s'expliquent en admettant que :

» 1° Les deux hydracides se partagent, suivant une certaine proportion, la base dans une solution froide et étendue;

» 2° Étant donnée la solution aqueuse étendue d'un hydracide isolé, l'eau s'évapore d'abord à peu près seule, en entraînant seulement une faible proportion d'hydracide, jusqu'au terme où il passe à la distillation un hydrate défini, ou plutôt un système où l'hydrate défini, l'eau et l'hydracide anhydre se font équilibre;

» 3° La tension des trois hydracides anhydres dans de semblables systèmes n'est pas la même, l'hydrate chlorhydrique étant le moins stable de tous à une température donnée, mais les hydrates bromhydrique et iodhydrique ayant des stabilités très-voisines : ce sont là des faits d'expériences (*Comptes rendus*, t. LXXVI, p. 742).

» Cela posé, évaporons une dissolution qui renferme un chlorure alcalin en présence d'un autre hydracide. L'acide chlorhydrique libre qui subsistera après le partage sera chassé pendant l'évaporation en quantité plus grande que l'autre hydracide, attendu qu'il possède, sous forme anhydre, une tension plus grande ; un excès convenable de l'autre hydracide suffira donc pour l'éliminer entièrement : ce que l'expérience confirme. Cette conclusion s'appliquerait même au cas où les deux tensions seraient peu différentes (bromure et acide iodhydrique). Dans cette dernière circonstance, d'ailleurs, il peut intervenir une autre influence.

» En effet, les hydrates définis des trois hydracides, envisagés séparément et en soi, n'ont pas la même volatilité, et celle-ci décroît probablement, d'après les analogies tirées de la volatilité des éléments, comme de celle des composés chlorés, bromés et iodés correspondants ; elle décroît, dis-je, de l'hydrate chlorhydrique à l'hydrate bromhydrique, puis à l'hydrate iodhydrique. Dès lors les hydrates, du moment qu'il y a partage préalable de la base entre eux, doivent se déplacer suivant l'ordre relatif de leur volatilité, attendu que le plus volatil s'élimine sans cesse et de préférence, ce qui empêche tout équilibre permanent.

» Cependant, si l'on se borne à mettre en présence les deux hydracides

à équivalents égaux, le sel qui subsiste après l'évaporation devra être un mélange, parce que, la tension de l'hydracide le moins volatil n'étant pas nulle, une portion s'évaporera en même temps que le plus volatil.

» En raison de cette même circonstance, un grand excès de l'hydracide qui offre à la fois la moindre tension, sous forme anhydre, et le point d'ébullition le plus bas, sous forme d'hydrate, pourra cependant finir par déplacer les autres hydracides, surtout si l'on réitère plusieurs fois les traitements et les évaporations.

» Même avec les sels d'argent, ce déplacement inverse est quelquefois possible. En effet, la discussion approfondie des équilibres qui se produisent pendant l'évaporation montre que l'acide chlorhydrique anhydre (produit dans la liqueur en présence de l'eau et de son hydrate) tend à attaquer le bromure d'argent mis en contact avec lui, avec formation d'acide bromhydrique hydraté : la réaction inverse est donc possible à la rigueur, pourvu que la chaleur absorbée dans la substitution d'un hydracide à l'autre, à l'état d'hydrates, ne soit pas trop grande pour être compensée par la chaleur dégagée lorsque l'acide chlorhydrique forme avec l'eau un hydrate défini. La faible dose d'acide bromhydrique ainsi formé peut être éliminée par évaporation, de telle sorte que l'action réitérée de l'acide chlorhydrique concentré peut, à la rigueur et péniblement, produire un déplacement inverse.

» 6. L'existence d'un certain partage de la base alcaline, dès la température ordinaire, entre les deux hydracides, est attestée d'ailleurs par les expériences inverses de précipitation. En effet, si l'on verse de l'acide chlorhydrique concentré dans une solution saturée d'iodure de potassium, il se produit un précipité cristallin de chlorure de potassium : j'ai vérifié la nature de ce sel par l'analyse; après décantation et expression, il ne contient plus que des traces d'iode.

» Le mécanisme de cette réaction est, je crois, le suivant : l'acide chlorhydrique partage d'abord la base avec l'acide iodhydrique; puis l'acide chlorhydrique anhydre, qui existe dans les solutions concentrées, s'empare de l'eau qui tenait en dissolution le chlorure de potassium et le précipite (*Comptes rendus*, t. LXXVI, p. 744). L'équilibre étant dès lors détruit dans l'intérieur de la liqueur, il s'y reproduira une nouvelle dose de chlorure de potassium, qui se précipitera encore, et ainsi de suite. Si l'acide chlorhydrique est en excès suffisant, il séparera la presque totalité du potassium.

» J'insiste sur ce mécanisme, et surtout sur le partage préalable qui pré-

cède la cristallisation du sel le moins soluble, attendu que ce partage me paraît se produire dans la plupart des circonstances où un sel se sépare dans un système salin dissous en vertu de sa moindre solubilité : ce qui le prouve, c'est que cette séparation ne répond pas, en général, au point précis qui serait indiqué par le coefficient de solubilité du sel le moins soluble dans l'eau. Dans les cas les plus simples, elle a lieu pour une concentration plus grande, parce que la totalité du sel possible, d'après les équivalents, ne saurait prendre naissance là où il y a partage. Parfois cependant elle peut avoir lieu pour une concentration moindre, ce qui arrive dans le cas où les autres sels sont susceptibles de s'emparer d'une portion de l'eau pour former des hydrates définis, comme le fait l'acide chlorhydrique concentré lorsqu'il précipite le chlorure de potassium. »

VENTILATEURS. — *Note sur l'espace cubique et sur le volume d'air nécessaires pour assurer la salubrité des lieux habités;* par M. le général **Morin**.

« L'étude que je présente aujourd'hui m'a été inspirée par la lecture d'un Mémoire publié à Édimbourg, en 1867, par M. le D[r] F. de Chaumont, chirurgien militaire, professeur adjoint d'hygiène à l'école médicale de l'armée anglaise, Mémoire intitulé : *De la ventilation et de l'espace cubique.*

» En reliant les résultats des observations du savant chirurgien anglais avec les belles recherches de M. F. Le Blanc, sur la composition de l'air confiné, il m'a paru que l'on pouvait en déduire des indications utiles pour les progrès de l'hygiène publique à laquelle nos diverses administrations civiles ou militaires continuent d'accorder trop peu d'importance.

» M. de Chaumont fait remarquer que les impressions sur l'odorat, malgré quelques divergences, semblent suivre une marche régulière avec la proportion d'acide carbonique, et qu'elles ont d'ailleurs été consignées à différents moments, mais toujours avant que la proportion de l'acide carbonique contenu dans l'air ait été connue. Il ajoute que quelques-unes de ces différences peuvent être attribuées à ce que l'observateur n'entrait pas toujours directement dans le local, en venant de l'extérieur, ce qui eût été désirable, parce qu'alors le sens de l'odorat est bien plus impressionnable.

» Il pense, d'après ses expériences, qu'il est permis de conclure que, quand l'air des salles ne contient pas plus de 0,0006 de son volume d'acide carbonique, l'odeur causée par la présence des matières organiques

est imperceptible dans beaucoup de cas, et que cette proportion doit être regardée comme correspondant au minimum de pureté acceptable de l'air.

Des proportions d'acide carbonique contenues dans l'air des lieux habités.

» Les chimistes admettent, en général, qu'à l'état normal l'air, regardé comme pur, contient une proportion d'acide carbonique comprise entre 0,0004 et 0,0006 (1). Pour les calculs nécessairement approximatifs que nous proposons de faire, nous supposerons que cette proportion soit $\frac{1}{n} = 0,0005$.

» D'une autre part, les expériences les plus récentes conduisent à évaluer à 38 grammes le poids de l'acide carbonique qu'un homme ordinaire expire par heure. La pesanteur spécifique de ce gaz étant 1,524 fois celle de l'air, qui, à zéro, pèse $1^{k},298$ le mètre cube, le volume d'acide expiré par heure et ramené à zéro peut être évalué à $\frac{0,^{k}038}{1,298 \times 1,524} = 0^{mc},020$. C'est la valeur généralement admise.

» Mais, outre le gaz acide carbonique que l'acte de la respiration introduit dans l'air, et qui tend à en altérer la salubrité, il s'y développe aussi incessamment de la vapeur d'eau qu'il importe de n'y pas laisser accumuler.

» Les observations, exécutées dans plusieurs casernes occupées par des soldats jeunes et en bonne santé, par M. F. Le Blanc, par une Commission (2) formée par M. le Ministre de la Guerre dans le but de constater l'état de salubrité de ces locaux, ont fourni les résultats résumés dans le tableau suivant :

---

(1) *Traité de Chimie* de M. Cahours, t. I, p. 129; M. Le Blanc admet la proportion de 0,0006 (*Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. V, p. 231).

(2) Cette Commission était composée de MM. le général Schramm, président; Genty de Bussy, intendant militaire, Cathala, colonel du Génie, Boussingault (de l'Institut), Brault, Moizin, médecins militaires, et F. Le Blanc, rapporteur (*Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXV, p. 289).

DÉSIGNATION DE LA CASERNE.	Capacité de la chambre.	Nombre d'hommes.	Espace cubique par homme.	Durée du séjour.	Proportion d'acide carbonique dans l'air.	Proportion de vapeur par mètre cube à 15 degrés.	Volume de vapeur correspondant à un homme par heure de séjour.
De l'Assomption....	341^{mc}	25	15^{mc},06	10^{h},15	0,0032	7^{gr},67	^{mc} 0,0132
Rue de Babylone....	600	52	11,54	10,45	0,0034	7,08	0,0092
Quai d'Orsay.......	94	11	8,54	10,00	0,0088	7,60	0,0146
					Moyenne........		0,0123

» On remarquera que, par suite de la clôture des chambres et de l'absence du renouvellement de l'air, la proportion d'acide carbonique dans ces chambres a dépassé de beaucoup celle de l'air normal, ce qui met en relief le défaut de proportion de ces locaux, où le nombre d'hommes devrait être réduit du tiers au moins, afin d'allouer à chacun environ 16 à 20 mètres d'espace.

» Quant au volume de vapeur dû à la présence de chaque homme et rapporté à une heure de séjour, et qui est en moyenne de $0^{mc},0123$ supposé à 15 degrés, s'il est notablement inférieur à celui de $0^{mc},0433$, qui résulte des expériences de M. Dumas, la différence doit être attribuée à ce qu'une partie de la vapeur dégagée se condensait sur les murs, et le volume de $0^{mc},0123$ peut être regardé comme celui qu'il faudrait évacuer par heure au moyen d'une ventilation continue.

» D'après les données précédentes, les volumes des gaz et des vapeurs nuisibles à la salubrité, exhalés par heure et par individu sain, seraient :

Acide carbonique....................................	^{mc} 0,0200
Vapeur d'eau entraînant les autres émanations cutanées.....	0,0123
Total..........................	$m = 0,0323$

» Nous prendrons en moyenne $m = 0^{mc},030$. En partant de ces données, on peut se proposer de résoudre le problème suivant :

» Quel est le volume d'air qu'il faut introduire dans un local habité par un homme pour y entretenir un état de salubrité suffisamment voisin de celui de l'air extérieur?

» Appelons E l'espace cubique occupé par l'homme; $\frac{1}{n} = 0,0005$ la proportion normale moyenne d'acide carbonique contenu dans l'air qu'on regarde comme pur; $m = 0^{mc},030$ le volume du mélange d'acide carbo-

nique (0^{mc},020) et de vapeur (0^{mc},010) qu'il faut, dans les cas ordinaires, extraire par heure et par individu; pour les hôpitaux, il conviendra de faire $m = 0^{mc},040$ au moins, et $m = 0^{mc},060$ pour ceux des femmes en couches et des blessés; x le volume d'air à extraire et à introduire par heure et par individu pour que la proportion d'air vicié ou d'acide carbonique ne dépasse pas une valeur $\frac{1}{n}$, déterminée par l'observation, et que nous prendrons égale à 0,0008 au plus, limite à laquelle se manifeste déjà, dans les lieux habités, une certaine odeur, d'après les observations de M. de Chaumont; le volume d'acide carbonique contenu dans l'espace E sera

$$\frac{1}{n}E = 0,0005\,E.$$

» Le volume de gaz ou de vapeur développé par la respiration

$$m = 0^{mc},030.$$

» Le volume x d'air neuf à admettre fournira, en acide carbonique,

$$\frac{1}{n}x = 0,0005\,x.$$

» Le volume x d'air vicié à extraire en emportera

$$\frac{1}{n'}x = 0,0008\,x.$$

» Le volume total d'acide carbonique contenu dans l'espace E, sous l'action d'une ventilation et d'émanations continues, sera

$$\frac{1}{n}E + m - x\left(\frac{1}{n'} - \frac{1}{n}\right);$$

et, si son rapport au volume E de l'espace occupé doit être constant et égal à $\frac{1}{n'}$, on aura

$$\frac{1}{n}E + m - x\left(\frac{1}{n'} - \frac{1}{n}\right) = \frac{1}{n'}E,$$

ou

$$m - E\left(\frac{1}{n'} - \frac{1}{n}\right) = x\left(\frac{1}{n'} - \frac{1}{n}\right);$$

d'où

$$x = \frac{m - E\left(\frac{1}{n'} - \frac{1}{n}\right)}{\frac{1}{n'} - \frac{1}{n}}.$$

» En introduisant dans cette formule les données précédentes, on trouve, pour

E =	10^{mc}	12^{mc}	16^{mc}	20^{mc}	30^{mc}	40^{mc}	50^{mc}	60^{mc},
x =	90	88	84	80	70	60	60	40.

» On voit que, plus le volume des lieux habités augmente, plus celui de l'air à renouveler, pour y entretenir un degré déterminé de salubrité, diminue; mais qu'il croît à l'inverse à mesure que l'espace cubique alloué par personne est moindre.

» *Casernes.* — Ainsi l'espace alloué, dans nos casernes, au soldat, et qui, d'après les proportions normales réglementaires, n'est que de 10 à 12 mètres cubes par homme, exigerait, pour le maintien de la pureté de l'air à 0,0008 d'acide carbonique, un renouvellement d'air de 88 mètres cubes par heure et par individu, ou de huit à neuf fois par heure.

» Il n'y a donc pas lieu de s'étonner de l'impression désagréable que l'on éprouve quand on entre le matin dans les chambres de caserne de nos soldats, où il n'existe aucune ventilation régulière autre que celle qui se produit par les cheminées, ordinairement sans feu.

» Dans les casernes anglaises, l'espace cubique alloué à chaque homme est de 16^{mc},98, et le volume d'air renouvelé est fixé à 85 mètres cubes par heure et par homme. C'est, comme on le voit, le chiffre déduit de la formule précédente.

» *Chambre à coucher.* — Une pièce qui a cette destination pour une seule personne, et qui a 4 mètres de largeur sur 5 mètres de longueur et 3 mètres de hauteur, ou 60 mètres cubes de capacité, est généralement considérée comme suffisamment grande, et cependant, pour y entretenir le degré de salubrité indiqué plus haut et désirable, il faudrait y faire circuler 40 mètres cubes d'air par heure. Or il n'est aucune personne en bonne santé qui, en rentrant le matin dans sa chambre après en être un instant sortie, ne soit impressionnée par l'odeur plus ou moins sensible qui s'y est répandue s'il n'y a pas eu de ventilation.

» Mais si, au lieu de n'être occupés que par une seule personne, les locaux le sont, au contraire, par plusieurs, les causes d'infection augmentent dans une proportion rapide, même quand il s'y produit un renouvellement d'air sensible.

» Pour que la proportion d'acide carbonique et de vapeur ne dépassât jamais alors 0,0008, il faudrait, comme on peut le faire voir aisément à l'aide de la formule précédente, que le volume d'air renouvelé fût de

540 mètres cubes, ce qui correspondrait à un renouvellement complet produit neuf fois par heure.

» En proposant de régler les proportions des cheminées de manière qu'elles puissent produire, avec un feu modéré, un renouvellement de cinq fois par heure, je suis donc resté au-dessous de ce qu'exigeraient les conditions d'une salubrité convenable, si le séjour devait être prolongé.

» *Influence de la grandeur des locaux.* — Pour un espace cubique de 100 mètre cubes par personne, on trouverait, par la formule donnée, que le volume d'air nouveau à introduire, pour maintenir la salubrité dans la limite fixée de $\frac{1}{n'} = 0{,}0008$, après une heure, serait nul, ce qui veut dire seulement que la proportion d'acide carbonique exhalée par un individu, pendant une heure, serait tout juste suffisante pour amener l'état de l'air à cette proportion; mais, après cet intervalle, la production d'acide carbonique et des autres gaz se continuant, l'air s'altérerait de plus en plus.

» Ainsi, dans l'exemple que nous avons pris plus haut, d'une chambre à coucher de 60 mètres cubes de capacité, en supposant qu'il n'y ait aucun renouvellement de l'air et que, par conséquent, $x = 0$, on trouverait qu'après dix heures de séjour de nuit dans une chambre complétement close, la quantité de gaz et de vapeur développée serait

$$m \times 10 = 0^{mc},300,$$

et la formule deviendrait

$$0^{mc},300 = 60^{mc}\left(\frac{1}{n'} - 0{,}0005\right),$$

d'où l'on tirerait

$$\frac{1}{n'} = \frac{0^{mc},30 + 60 \times 0{,}0005}{60} = 0{,}00550,$$

c'est-à-dire dix fois plus que la proportion normale dans l'air.

» L'hypothèse d'une chambre complétement close est évidemment exagérée, attendu que le refroidissement de l'air, pendant la nuit, détermine toujours un certain renouvellement par les joints des portes et des fenêtres; mais l'application précédente suffit bien pour expliquer l'infection partielle des chambres à coucher des appartements même les plus élégants.

» Elle montre, en même temps, les inconvénients graves qu'offrent, pour la salubrité, les locaux habités, dans lesquels il n'existe aucun conduit d'évacuation, aucune cheminée qui puisse permettre au moins une ventilation naturelle, même quand il n'y serait jamais allumé de feu.

» Sous ce rapport, la plupart des salles d'école, celles de catéchisme

dans les églises, les classes et surtout les chambres sans cheminées des casernes, laissent beaucoup à désirer, et il serait facile de les améliorer, en prenant des précautions, simples à exécuter, pour éviter l'inconvénient des rentrées d'air froid près des personnes, inconvénients sur lesquels les rapports des officiers du Génie me semblent avoir insisté plus peut-être qu'il n'était juste de le faire.

Application de la formule aux expériences de M. Le Blanc sur l'amphithéâtre de Physique et de Chimie de la Sorbonne.

» Cet amphithéâtre avait, en 1842, une capacité de 1000 mètres cubes et pouvait contenir neuf cents auditeurs, ce qui n'allouait à chacun que $1^{mc},111$ d'espace cubique. Il est difficile d'imaginer une proportion plus défavorable.

» Il était dépourvu de tout moyen de ventilation. La seule ressource, pour y prévenir l'asphyxie des auditeurs, était d'en tenir la porte ouverte.

» M. Le Blanc y a constaté dans l'air les proportions suivantes d'acide carbonique :

	Proportion d'acide carbonique dans l'air.
Un moment après l'ouverture du Cours de M. Dumas, quatre cents auditeurs environ étant présents................	$0^{mc},0065$
A la fin de la leçon, neuf cents auditeurs étant présents......	$0^{mc},0103$

» La formule précédente, appliquée, en supposant le renouvellement de l'air tout à fait nul, donnerait des proportions d'acide carbonique notablement plus fortes; mais la différence tient évidemment en grande partie à l'influence favorable, quoique insuffisante, de l'ouverture des portes.

» Le résultat de ces expériences, exécutées en 1842 et publiées à cette époque, était tellement frappant, et l'état qu'elles constataient si déplorable et si peu flatteur pour un établissement de haut enseignement, confié aux plus illustres organes de la science, qu'on aurait dû s'attendre à voir l'administration de l'Instruction publique s'empresser d'y porter remède. Il n'en a rien été, et, après trente années écoulées, l'état des choses est encore le même.

» On pourrait, il est vrai, appliquer semblable observation à la salle des séances de l'Académie des Sciences elle-même, qui, malgré les réclamations et les plaintes si souvent formulées par ses Membres, laisse tant à désirer sous le rapport de la salubrité.

» *Application aux hôpitaux.* — Dans les hôpitaux ventilés, on alloue un espace E = 50 mètres cubes par lit et un renouvellement d'air fixé à un

minimum de 60 mètres cubes par heure; mais on doit admettre que, tant par la respiration que par les émanations cutanées, le volume de gaz vicié, développé par heure et par individu, ne peut être, comme nous l'avons indiqué, inférieur à $m = 0^{mc},040$.

» En introduisant ces données dans l'équation

$$x = \frac{m - \mathrm{E}\left(\frac{1}{n'} - \frac{1}{n}\right)}{\frac{1}{n'} - \frac{1}{n}},$$

on en tire

$$\left(\frac{1}{n'} - \frac{1}{n}\right)(60 + 50) = 0^{mc},040,$$

d'où

$$\frac{1}{n'} - \frac{1}{n} = 6,00036,$$

et comme $\frac{1}{n} = 0,0005$, il s'ensuit que

$$\frac{1}{n'} = 0,00086,$$

valeur qui, d'après les observations de M. le Dr de Chaumont, correspond à un air peu désagréable, mais ayant une légère odeur.

» Or, c'est ce que l'on observe dans les hôpitaux, où le degré de ventilation supposé est régulièrement obtenu; mais on voit par là que le chiffre de 60 mètres cubes de renouvellement de l'air dans les salles ordinaires des hôpitaux, que l'on a si longtemps hésité à adopter, est loin d'être exagéré.

» J'ai cru utile de faire connaître les indications fournies par les observations directes du savant chirurgien anglais, M. le Dr de Chaumont, et d'en comparer les résultats avec ceux des belles expériences exécutées, il y a longues années déjà, par M. F. Le Blanc, parce que leur ensemble confirme l'exactitude des volumes d'air que, depuis longtemps, je regarde comme nécessaires pour assurer la salubrité des lieux habités.

» J'ajouterai que, en ce qui concerne les hôpitaux, ces proportions ont été adoptées par le Comité consultatif d'hygiène et du Service médical des hôpitaux, créé en 1864, sous la présidence de nos confrères, MM. Dumas et Rayer, et qu'elles sont considérées comme normales par l'Administration de l'Assistance publique. »

M. **Larrey** demande la parole et s'exprime comme il suit :

« Les remarquables recherches de M. le général Morin sur la ventilation et celles qu'il vient de faire connaître à l'Académie, d'après le Mémoire de M. le docteur de Chaumont, s'appliquant aux casernes et aux hôpitaux militaires, m'engagent à y ajouter une remarque et à en déduire une proposition.

» M. le général Morin signale, avec autant d'autorité que de raison, le trop peu d'importance accordée par les diverses autorités administratives, civiles ou militaires, aux progrès de l'hygiène publique, sur les moyens de prévenir l'influence nuisible des gaz délétères, tels surtout que l'acide carbonique, dans les lieux habités par un grand nombre d'individus.

» Il rappelle les savantes *Recherches* de M. F. Le Blanc, *sur la composition de l'air confiné*, en les confirmant par les siennes propres et par celles de M. de Chaumont.

» Je me permettrai d'ajouter que la viciation de l'air à différents degrés, d'après les impressions de l'odorat et suivant les proportions d'acide carbonique, reconnaît aussi d'autres causes qui peuvent y contribuer simultanément, ou l'accroître d'une façon sensible.

» Ces causes d'infection proviennent non-seulement des voies respiratoires et de la surface cutanée, chez les individus réunis en trop grand nombre dans un espace relativement trop restreint, mais encore des voies digestives et de l'excrétion urinaire, ainsi que du dégagement des odeurs de différents objets matériels. Les effets d'équipement, par exemple, dans les chambrées des casernes et jusque dans les infirmeries régimentaires, les vêtements de cuir particulièrement et surtout les bottes de cavalerie augmentent beaucoup les effets de l'infection.

» Il est un fait constant aussi, c'est que partout, en hiver, dans les salles d'hôpitaux comme dans les chambrées, sous les baraques et sous les tentes, le renouvellement de l'air devient d'autant plus difficile qu'il n'est jamais favorisé par le bon vouloir des hommes réunis dans ces différents milieux.

» J'ai si souvent, dans le cours de ma carrière, signalé les graves conséquences de l'encombrement des hôpitaux, que je n'en rappellerai pas ici les principales occasions ; mais je prierai M. le Président, si l'Académie le veut bien, de transmettre à M. le Ministre de la Guerre l'importante Communication de M. le général Morin. Elle contribuera, espérons-le, à faire adopter et surtout à faire appliquer le cubage d'air voulu dans les grands établissements militaires, comme dans les établissements civils, dont l'habitation nécessite la salubrité. »

THERMODYNAMIQUE. — *Démonstration directe des principes fondamentaux de la Thermodynamique; lois du frottement et du choc d'après cette science* [suite (*)]. Mémoire de M. A. **Ledieu**. (Extrait par l'auteur.)

« VII. *De l'énergie calorifique des corps et de leur équilibre calorifique.* — La formule (7) concerne tout système de points matériels, et en particulier, d'après la démonstration dont nous avons parlé à la fin de notre dernière Note, tout système d'atomes entendu d'une manière générale.

» Pour interpréter cette formule au point de vue de la thermodynamique, nous supposerons, ainsi qu'il a été expliqué antérieurement, que les corps naturels sont des agrégats d'atomes pesants, dont le volume sensible renferme constamment dans ses interstices une certaine quantité d'éther, et que les atomes pesants prennent, aussi bien que les atomes éthérés, des mouvements vibratoires sous l'influence des phénomènes calorifiques.

» Nous commencerons par ne considérer que l'ensemble des atomes pesants des corps et par regarder l'éther comme un système étranger, dont les actions sur cet ensemble devront être rangées parmi les forces extérieures. Nous examinerons ensuite ce que deviennent les résultats obtenus, lorsqu'il est indispensable de considérer l'ensemble des atomes pesants et éthérés du système donné.

» Quand un système de points matériels est en *repos d'ensemble*, on a la relation

$$\Phi + \frac{\Sigma m x^2}{2} = \Phi_1 + \frac{\Sigma m a_1^2}{2}, \tag{8}$$

qui résulte de l'introduction, dans la relation générale (7), des hypothèses inhérentes à ce repos. Au point de vue de la thermodynamique, nous devons considérer la quantité $\left(\Phi + \frac{\Sigma m a^2}{2}\right)$ comme caractérisant l'*état calorifique* d'un système de points matériels à un moment donné, et comme représentant l'*énergie calorifique* du système. Cette quantité demeure constante tant qu'il n'y a d'appliqué au corps aucun travail extérieur.

» Nous plaçant toujours au point de vue de la thermodynamique, il importe de remarquer que les travaux extérieurs, dont la somme forme le premier membre de l'équation (7), doivent s'entendre des travaux dus, non-seulement aux forces *mesurables physiquement*, appliquées au système donné,

---

(*) *Voir* les *Comptes rendus* des 14, 21 et 28 juillet.

mais aussi aux forces qui, sous le nom de *calorique*, par *contact* ou par *rayonnement*, proviennent, en définitive, des actions immédiates des atomes pesants ou éthérés en vibration, qui enveloppent et même pénètrent le système.

» Dans le cas du rayonnement, les vibrations des atomes d'éther ont, en fait, leur origine dans des corps pondérables plus ou moins lointains, dont les propres vibrations se communiquent de proche en proche à l'intérieur de l'éther situé entre eux et le corps échauffé par rayonnement.

» Dans tous les cas, nous rappellerons que nous avons rangé les *forces calorifiques* dans la classe des *forces moléculaires erratiques*. D'après cela, nous diviserons la quantité $\Sigma\int P dp \cos(p, P)$ en deux parties, savoir : la première, $\Sigma\int P_1 dp_1 \cos(p_1, P_1)$, désignera la somme algébrique des travaux des forces extérieures *mesurables physiquement;* nous la représenterons par θ. La seconde, $\Sigma\int P_2 dp_2 \cos(p_2, P_2)$, correspondra à la somme algébrique des travaux calorifiques; elle pourra d'ailleurs, comme la précédente, être positive ou négative. Nous la représenterons par le produit EQ, où nous considérerons E comme un coefficient constant, dont le rôle va être expliqué dans un instant.

» Cela dit, remplaçons le premier membre de l'équation (7) par les deux parties que nous venons de spécifier, et nous obtiendrons

$$(9)\qquad \theta + EQ = \frac{\Sigma m(A_1^2 - A^2)}{2} + \left(\Phi_1 + \frac{\Sigma m a_1^2}{2}\right) - \left(\Phi + \frac{\Sigma m a^2}{2}\right).$$

Pour arriver à l'équation (8), nous avons supposé que le système était entièrement *isolé*, qu'il était primitivement au repos d'ensemble, et par suite y persistait; mais cette équation (8) peut exister dans bien d'autres conditions. Supposons, en particulier, qu'il n'y ait aucune force mesurable physiquement appliquée au système, et que la vitesse d'ensemble A de celui-ci soit nulle au premier moment considéré. Admettons, en outre, que ce système, entouré cette fois ou même pénétré par d'autres systèmes formés d'atomes pesants ou éthérés, ressente de là part de ces atomes des actions calorifiques telles, que la somme de leurs travaux, et par suite EQ, soit sans cesse moyennement nulle.

» En vertu de cette dernière supposition, le premier membre de l'équation (9) vaudra *zéro*. D'autre part, on prouve aisément que A_1 vaudra pareillement zéro, si l'on joint aux données précédentes la remarque que, par suite de leur *erratisme*, les forces calorifiques sont constamment en équilibre sur le système regardé comme rigide.

» Dans de semblables conditions, l'équation (9) redevient encore l'équation (8). Donc, lorsqu'un système est en présence d'autres systèmes, ce que nous avons appelé son *état calorifique* peut encore demeurer constant. Nous prouvons, dans notre Mémoire, qu'il en est alors de même pour lesdits systèmes. En pareil cas, il est rationnel de dire que le système est en *équilibre calorifique* avec les systèmes environnants. Nous verrons plus tard qu'il y a en même temps *équilibre de température*.

» VIII. *Démonstration du principe de l'équivalence mécanique de la chaleur.* — Lorsque EQ cesse d'être égal à zéro, la formule (9) devient

$$\text{EQ} = \left(\Phi_1 + \frac{\Sigma m a_1^2}{2}\right) - \left(\Phi + \frac{\Sigma m a^2}{2}\right). \tag{10}$$

Elle est l'expression algébrique de ce qui se passe quand un système formé par les atomes pesants d'un corps naturel se trouve en présence d'autres systèmes avec lesquels il n'est pas en équilibre calorifique.

» Si, par suite de cette présence, le corps *se refroidit,* il résulte de ce que nous venons de dire sur la manière d'entendre l'état calorifique d'un corps, au point de vue mécanique, que le second membre de l'équation (10) doit devenir négatif; par conséquent, il doit en être de même du premier membre; autrement dit, la quantité EQ doit être considérée comme ayant une valeur négative.

» Supposons que l'équation (10) soit appliquée au système formé par les atomes pesants d'une masse d'eau du poids de 1 kilogramme, et considérée dans les deux états calorifiques qui correspondent à zéro et à 1 degré d'un thermomètre ordinaire, c'est-à-dire pour lesquels il y aurait équilibre calorifique entre la masse d'eau et le thermomètre marquant successivement ces deux degrés. Notons d'abord que, dans l'appréciation, par l'opérateur, de l'équilibre en question, l'éther qui peut être renfermé dans l'eau ne joue évidemment aucun rôle et qu'on peut en faire abstraction, comme nous en sommes convenus. D'un autre côté, on est parfaitement libre de déterminer le coefficient constant E par la condition qu'il représente le nombre de kilogrammètres correspondant au second membre de ladite équation. Cela revient à dire que Q sera pris égal à 1 dans les hypothèses où nous nous plaçons. Or, ce que nous appelons la variation de l'énergie calorifique de notre kilogramme d'eau, dans cette hypothèse, n'est autre que la *calorie* des physiciens, autant toutefois que l'on considère comme négligeable l'influence de la pression atmosphérique, c'est-à-dire le travail

positif extérieur que cette pression produit sur l'eau, par suite de la très-petite contraction du liquide dans son passage de zéro à 1 degré. On peut donc dire que la calorie correspond à un nombre de kilogrammètres représenté par notre coefficient E; en d'autres termes, que le nombre E est l'*équivalent mécanique de la calorie* (et non l'*équivalent mécanique de la chaleur*, suivant le terme impropre généralement adopté).

» Si, au lieu de considérer une masse d'eau pesant 1 kilogramme, nous en prenons une pesant Q kilogrammes, il est évident, d'après l'idée qu'on doit se faire d'un corps homogène, que la variation de l'énergie calorifique de la nouvelle masse, entre les deux mêmes degrés de température, sera multipliée par Q; en d'autres termes, elle sera représentée par $E^{kg} \times Q$.

» Or, on peut convenir de mesurer la variation d'énergie calorifique du système des atomes pesants d'un corps naturel quelconque par le nombre Q de kilogrammes d'eau, dont la variation d'énergie calorifique serait égale à la variation donnée pour un passage de zéro à 1 degré de température, sans se préoccuper d'ailleurs, pour le moment, du moyen de réaliser pratiquement cette mesure. Ladite variation d'énergie aura alors pour expression EQ. Cela posé, imaginons un corps *naturel* soustrait *hypothétiquement* à toute influence calorifique des systèmes annexes pesants ou éthérés; en d'autres termes, supposons EQ = 0. Admettons, en outre, que la vitesse d'*ensemble* du système donné repasse par deux valeurs égales entre deux instants déterminés, l'équation (9) deviendra

$$(11) \qquad \theta = E \times Q, \quad \text{d'où} \quad \frac{\theta}{Q} = E.$$

De cette équation, on tire les deux conséquences suivantes :

» 1° Si l'on applique à un corps naturel un travail *mécanique*, c'est-à-dire dû à des forces *physiquement* mesurables, ce travail peut se converti intégralement en une variation de l'énergie calorifique du corps; en d'autres termes, être *équivalent* à cette variation.

» 2° *Quelle que soit la nature du corps* où est appliqué le travail mécanique, le rapport de ce travail au nombre de calories qui exprime ladite variation de l'énergie calorifique du corps est égal au nombre constant E kilogrammes, qui représente l'*équivalent mécanique de la calorie*.

» Ces deux conséquences forment, dans leur ensemble, le principe de l'*équivalence mécanique de la chaleur*. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de juger le Concours du prix Fourneyron pour l'année 1873.

MM. Morin, Phillips, Rolland, Tresca, Resal réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. de Saint-Venant, Dupuy de Lôme, Jamin.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de juger le Concours du prix Dalmont pour l'année 1873.

MM. Phillips, Resal, Rolland, Belgrand, Tresca réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Morin, Serret, de Saint-Venant.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MINÉRALOGIE. — *Analyse de la Dewalquite de Salm-Château, en Belgique;* Note de M. F. PISANI, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

(Commissaires : MM. Daubrée, Des Cloizeaux, H. Sainte-Claire Deville.)

« Dans la séance du 2 décembre 1872, j'ai présenté à l'Académie des Sciences une Note « Sur un nouveau silico-aluminate de manganèse vanadifère trouvé à Salm-Château, en Belgique. » Dans cette Note, j'ai donné, pour la composition de ce minéral, les nombres suivants :

$$\ddot{Si} = 28,70,\quad \ddot{\bar{Al}} = 28,36,\quad \ddot{\bar{Fe}} = 2,94,\quad \dot{Mn} = 26,40,\quad \dot{Ca} = 4,30,$$
$$\dot{Mg} = 4,32,\quad \dot{Cu} = 1,30,\quad \dddot{\ddot{V}} = 1,80,\quad \dot{H} = 0,98.$$

» N'ayant eu à ma disposition que très-peu de matière (1 gramme environ), j'ai dit que le dosage de l'acide vanadique n'était qu'*approximatif*, à cause de la grande difficulté de séparation de ce métal; en même temps j'ai insisté sur la présence du *protoxyde de manganèse*, et non du sesquioxyde que signalait un chimiste de Bonn, M. le D[r] Lasaulx, dans ce même minéral, auquel il avait donné le nom de *mangandisthen*, nom que j'ai pro-

posé de supprimer, en lui substituant celui de dewalquite, ce minéral n'ayant aucun rapport avec le disthène. Quant à la forme de cette nouvelle espèce, je l'ai considérée comme appartenant probablement à un prisme oblique, par suite de la disposition observée au microscope polarisant, avec une plaque très-mince. N'ayant eu à cette époque que des faces cannelées sans terminaison et ne se prêtant à aucune mesure, il m'a été impossible de définir géométriquement la véritable forme de cette substance.

» Presque en même temps que je présentais ce travail à l'Académie, M. le D[r] Lasaulx publiait (*Chemische Section der niederrheinischen Gesellschaft in Bonn*, 24 novembre 1872) une analyse de ce minéral, auquel il donne cette fois le nom d'*ardennit*, en lui assignant la composition suivante :

$\ddot{\text{Si}} = 29,67$, $\dddot{\text{V}} = 6,17$, $\ddot{\text{Al}} = 24,79$, $\ddot{\text{Mn}} = 29,10$, $\ddot{\text{Fe}} = 1,89$,
$\dot{\text{Ca}} = 1,83$, $\dot{\text{Mg}} = 3,55$, *platine, palladium* et *cuivre* $= 2,00$.

» Quoique ayant abandonné le nom de *mangandisthen*, il le considère toujours comme voisin de ce minéral, à cause de ses propriétés géométriques et de la présence du sesquioxyde de manganèse, remplaçant une partie de l'alumine. Enfin, dernièrement, M. Lasaulx publia (dans le n° 2 du *Jahrbuch für Mineralogie*, de G. Leonhard et H.-B. Geinitz, 1873) une autre analyse donnant les résultats suivants :

$\ddot{\text{Si}} = 29,75$ $\ddot{\text{Al}} = 23,50$ $\ddot{\text{Fe}} = 1,94$ $\text{Mn} = 25,96$ $\dot{\text{Ca}} = 2,04$
$\dot{\text{Mg}} = 3,42$ $\dddot{\text{V}} = 9,10$ $\text{Cu} + \dddot{\text{Ph}}$ traces $\dot{\text{H}} = 4,04$.

M. Lasaulx abandonne cette fois l'idée du sesquioxyde de manganèse ainsi que l'analogie de forme avec le disthène, puisque M. von Rath a mesuré un petit cristal ayant son sommet et offrant beaucoup de ressemblance avec l'ilvaïte.

» Ayant reçu dernièrement de nombreux et beaux échantillons de dewalquite, parmi lesquels j'ai même eu le bonheur de rencontrer deux petits cristaux ayant leur sommet, j'ai repris entièrement le travail que j'avais fait sur ce minéral si intéressant.

Les cristaux de dewalquite sont des prismes excessivement petits appartenant au système orthorhombique. Ils sont striés parallèlement à l'axe principal et terminés par un octaèdre $b\frac{1}{2}$ avec un biseau a^1. Ce sont là les seules faces que j'ai pu mesurer et qui m'ont permis de déterminer les dimensions du cristal

$$b : h :: 1000 : 555,1 ; \quad D = 910,1 ; \quad d = 414,4.$$

» J'ai trouvé pour les angles :

$$a^1 a^1 = 112^\circ 24'$$
$$b\tfrac{1}{2} a^1 = 165^\circ 38'$$
$$\text{(En avant)} \quad b\tfrac{1}{2} b\tfrac{1}{2} = 151^\circ 33'$$

» On obtient par le *calcul* pour les faces du prisme $mm = 131^\circ, 2'$. Comme je l'ai déjà indiqué dans ma première Communication, c'est suivant la face de clivage g^1 qu'on voit les axes optiques. La bissectrice aiguë positive est normale à cette face et le plan des axes parallèle à h^1. A travers une lame très-mince, assez imparfaite, la seule sur laquelle j'ai opéré la première fois, j'avais aperçu des hyperboles très-vagues avec des couleurs indiquant une dispersion croisée; mais depuis, ayant taillé plusieurs plaques épaisses, j'ai pu m'assurer qu'il n'y avait pas de dispersion des axes et que les deux hyperboles entourées de leurs anneaux étaient parfaitement symétriques, surtout en tournant un peu le Nicol, ce qui indique bien un prisme orthorhombique. La dispersion croisée que j'avais remarquée d'abord provenait d'un phénomène déjà observé par M. de Senarmont et M. Des Cloizeaux, consistant dans une espèce de rotation de couleurs, lorsque la lumière polarisée traverse des substances à deux axes de couleur jaune.

» J'ai obtenu pour l'écartement des axes dans l'air :

	1re plaque.	2e plaque.	3e plaque.
Rayons rouges..............	69°.52′	68°.36′	69°.6′
Rayons jaunes..............	67.29	»	65.45
Rayons verts...............	62	62.56	62

» M. Des Cloizeaux a obtenu, de son côté, sur d'autres échantillons les mesures suivantes qu'il a eu l'obligeance de me communiquer :

	1re plaque.	2e plaque.	3e plaque.	4e plaque.
Rayons rouges..........	77°.51′	76°.8′	79°.9′	76°.7′
Rayons jaunes..........	72.55	74.26	»	»
Rayons verts...........	69.31	70.58	70.59	68.36

» Voici maintenant le résultat des recherches chimiques. Voulant vérifier si vraiment il y avait une quantité d'acide vanadique aussi grande (9 pour 100) que l'annonçait en dernier lieu M. le Dr Lasaulx, tandis que dans ma première analyse je n'en ai trouvé que près de 2 pour 100, j'ai bientôt reconnu qu'il y avait beaucoup d'arsenic dans la dewalquite, ce qui explique désormais pourquoi M. Lasaulx a trouvé trois fois plus

d'acide vanadique que moi. On reconnaît facilement la présence de l'arsenic dans la dewalquite en chauffant, dans le matras, la matière mélangée avec du carbonate de soude et du cyanure de potassium; on obtient ainsi un anneau métallique d'arsenic très-marqué. C'est la première fois, d'ailleurs, qu'on trouve de l'arsenic dans un silicate, et le vanadium s'y rencontrant aussi très-rarement, ce minéral présente le plus haut intérêt au point de vue chimique. J'ai donc refait une analyse complète de la dewalquite en reprenant avec soin, comme contrôle, tous mes précipités, pour voir s'ils n'avaient pas retenu de l'acide vanadique; car il n'existe point à ma connaissance de bonne méthode pour séparer ce métal de plusieurs autres corps. Voici quels sont les résultats de mon analyse :

Silice	28,40
Alumine	24,80
Oxyde ferrique	1,31
Oxyde manganeux	25,70
Chaux	2,98
Magnésie	4,07
Oxyde de cuivre	0,22
Acide arsénique	6,35
Acide vanadique	3,12
(1) Eau et perte au feu	5,20
	102,15

» A la fin de sa dernière Notice, M. Lasaulx critique en tous points mon premier travail, en disant que je n'ai pas reconnu la nature du minéral, que mon analyse est inexacte et que le nom de dewalquite doit disparaître pour faire place à celui de d'ardennit, d'abord par droit de priorité et ensuite parce que le minéral que j'ai analysé n'existe point avec la composition donnée par moi. Je vais répondre à M. Lasaulx et lui montrer, en me servant de ses propres résultats, qu'il n'a reconnu, dans ses deux premières Communications, ni la véritable nature du minéral, ni sa composition. D'abord M. Lasaulx donne au minéral le nom de *mangandisthen*, sans faire mention du vanadium; peu après, il reconnaît la présence de l'acide vanadique, et en trouve 6 pour 100; le manganèse est toujours considéré comme sesquioxyde, et il annonce, en outre, 2 pour 100 de platine,

(1) Au rouge, la perte au feu n'est que d'un centième environ, mais, à une température plus élevée, la matière se fritte et la perte est de cinq centièmes. Il est probable qu'il se dégage de l'oxygène ou de l'acide arsénieux, à moins d'admettre un degré d'oxydation moindre pour l'arsenic et le vanadium.

palladium et cuivre. Le minéral reçoit alors le nom d'*ardennit*. Enfin, dans sa dernière Communication, M. Lasaulx trouve 9 pour 100 d'acide vanadique et reconnaît que le manganèse est à l'état de protoxyde, en se fondant sur la réaction de l'acide phosphorique, dont j'ai parlé dans ma Note, sans toutefois me rendre au moins cette justice, que c'est moi qui ai vu que le manganèse est à l'état de protoxyde dans la Dewalquite. M. Lasaulx reconnaît que le platine et le palladium provenaient de l'attaque de son creuset et, sur l'autorité de M. von Rath, admet que son minéral n'a pas la moindre analogie avec le disthène.

» En résumé, la proportion d'acide vanadique a varié, dans les essais de M. Lasaulx, de 0 à 6 et 9 pour 100. Le véritable degré d'oxydation du manganèse a été reconnu d'abord par moi et ensuite par M. Lasaulx. Pour ma part, je crois n'avoir reconnu dans mon unique analyse que les éléments qui lui appartiennent, et maintenant j'en apporte un nouveau, l'acide arsénique.

» L'Académie voudra donc comprendre que je maintiens à ce minéral, après l'exposé de ces faits et en me fondant sur les principes énoncés par M. Lasaulx lui-même, le nom de *Dewalquite*, qui consacre, dans la science minéralogique, le souvenir des grands et beaux services rendus à la science par M. Dewalque. »

ZOOLOGIE. — *Sur les Cocuyos de Cuba.* Note de M. DE DOS HERMANAS, présentée par M. Des Cloizeaux.

(Commissaires : MM. Milne Edwards, Blanchard, Fizeau, Edm. Becquerel, Des Cloizeaux).

« Les Cocuyos paraissent généralement dans l'île de Cuba vers la fin d'avril, à la suite des premières pluies, et ils abondent principalement dans les lieux boisés et dans les champs de cannes. Ils sortent au crépuscule et cessent de voler très-promptement, de sorte qu'on peut dire que leurs promenades nocturnes ne durent que de deux à trois heures. Ils se cachent dans les creux des arbres, dans les troncs pourris, sous les larges tapis des herbes des prés et dans les parties fraîches des plantations de cannes. Ils se nourrissent de feuilles tendres, des matières molles qu'ils trouvent dans les troncs où ils se réfugient et d'autres substances analogues. Il paraît donc évident que l'humidité est la condition la plus essentielle à leur existence.

» Le Cocuyo cesse ordinairement de paraître vers la fin de juillet ou le

commencement d'août, mais il se conserve bien si on l'emprisonne dans des paniers à jour ou dans des cages, et il vit jusqu'en septembre et octobre pourvu qu'on le soigne avec assiduité et intelligence. L'auteur de cette Note en a fait vivre plusieurs fois jusqu'à la fin de novembre, non-seulement à la Havane, mais même à New-York.

» Il ne faut point confondre le Cocuyo avec l'*Aguacero* (1), nom donné dans l'île de Cuba à un insecte absolument semblable au Cocuyo, sauf qu'il n'est que du tiers ou du quart de sa grandeur, et qu'il apparaît presque toute l'année durant la nuit, pailletant de sa vive lumière phosphorescente les vertes savanes couvertes de rosée. La lumière la plus forte du Cocuyo se trouve à la région du ventre et se montre avec toute sa splendeur quand l'insecte vole ou qu'il est baigné dans de l'eau. Quoique complétement inoffensif pour l'homme, le Cocuyo paraît être d'humeur querelleuse, puisqu'il attaque son semblable d'une manière terrible, et cela s'observe surtout quand on en maintient ensemble un certain nombre prisonniers. Les pattes constituent sa principale arme offensive : avec ses pattes, il pénètre les parties molles du cou de son adversaire, assez complétement pour séparer le thorax du corps. Aussi, dans les cages où l'on conserve les Cocuyos, trouve-t-on communément des thorax séparés des troncs. J'ignore si c'est à cela que ces insectes doivent de perdre les premières phalanges des pattes très-peu de temps après être en captivité; il ne laisse pas d'être assez curieux de voir que, malgré une perte aussi importante et qui parfois s'étend à un plus grand nombre de phalanges, ils continuent pendant deux ou trois mois à vivre et à donner leur lumière phosphorescente.

» La mutilation de membres si nécessaires pour se déplacer et aller à la recherche de la nourriture peut, sans doute, être une cause qui avance la mort du Cocuyo, dont l'approche est annoncée par le noircissement des yeux qui, dans l'état de santé, paraissent, au jour, d'un blanc jaunâtre.

» Je m'abstiens d'entrer dans de plus grands détails et, surtout, j'évite tout ce qui a rapport à la classification, me regardant comme incompétent en cette matière. Ami des Sciences, et sachant que la curieuse lumière du Cocuyo est un objet d'études pour les savants de France et d'Allemagne, depuis plusieurs années déjà, j'éprouve une vraie satisfaction à pouvoir faire présenter à l'Académie des Sciences, par un de ses Membres, ce qui me reste d'une collection de quinze cents Cocuyos que j'ai apportés de la Havane au mois de mai dernier. »

---

(1) *Aguacero* est le nom qui appartient, en propre, aux pluies d'orage.

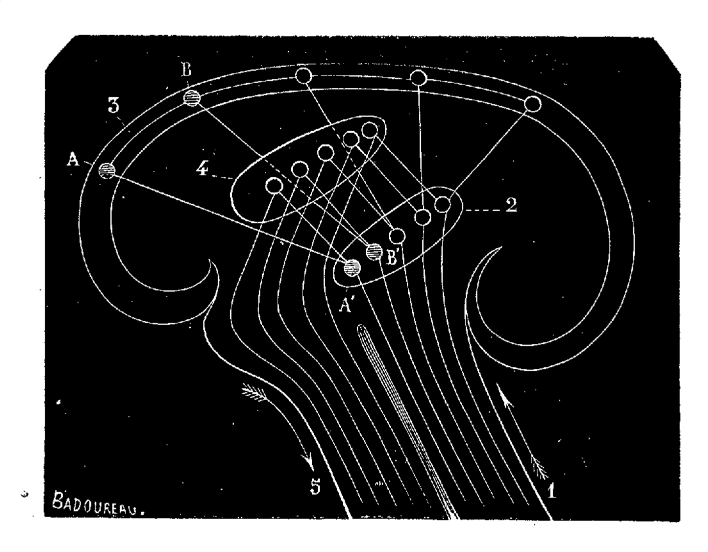
M. **Blanchard**, après la présentation de cette Note par M. Des Cloizeaux, ajoute :

« L'espèce adressée par M. le marquis de dos Hermanas est, comme celle du Mexique, présentée à l'Académie en 1864 (1), du genre *Pyrophorus.* Les individus du Mexique étant morts dans un court espace de temps, la recherche dont l'intérêt a été signalé dans les *Comptes rendus* n'a pu être effectuée. Nous espérons qu'elle sera exécutée avec les individus de Cuba. »

PHYSIOLOGIE. — *Mémoire sur les localisations cérébrales et sur les fonctions du cerveau;* par M. le Dr **Ed. Fournié**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Chevreul, Milne Edwards, Andral, de Quatrefages.)

« Après avoir exposé dans un aperçu critique la manière dont on avait compris jusqu'ici les localisations cérébrales, M. Fournié décrit la méthode qu'il a suivie pour déterminer ces mêmes localisations, et il développe sa manière de voir, touchant les fonctions cérébrales, à l'aide de la figure schématique placée ci-dessous.



» Un mot d'abord sur les éléments qui entrent dans cette figure. Dans la région n° 1, nous voyons les nerfs impressionneurs, c'est-à-dire les nerfs qui portent vers le cerveau le résultat d'une impression reçue, et qui occu-

(1) *Comptes rendus*, 1864, t. LIX, p. 509. *Note sur le Cocuyo du Mexique*, présentée par M. Pasteur, avec remarques de M. Blanchard.

pent la partie postérieure de la moelle. Ces nerfs aboutissent à la région n° 2, connue sous le nom de *couches optiques* et composée en grande partie de cellules nerveuses. Des fibres partent de ce centre sous forme de rayons et le font communiquer, d'un côté avec la région 3, composée de cellules et qui porte le nom de *couche corticale du cerveau*, de l'autre avec la région 4, composée, elle aussi, de cellules et désignée sous le nom de *corps striés*.

» De cette dernière région partent les nerfs du mouvement, qui occupent dans la région 5 la partie antérieure de la moelle.

» Semblable en cela à tous les organes de la vie, le cerveau requiert, pour entrer en fonction, l'intervention d'un excitant, c'est-à-dire une impression reçue à l'extrémité périphérique d'un nerf impressionneur.

» L'impression modifie la vitalité du nerf, de proche en proche jusqu'aux *couches* optiques, et là le nerf modifie à son tour la cellule à laquelle il vient aboutir. Le résultat de la modification de ce dernier élément par le mouvement impressionneur est une sensation, ou pour mieux dire, une *perception simple*. Le phénomène de la perception simple a bien son siége dans les couches optiques, car si l'on détruit cet organe chez le chien vivant, l'animal n'est plus sensible à aucune impression : il n'odore plus, il n'entend plus, il ne voit plus, en un mot il vit, mais il ne *sent* pas. Quand l'homme est modifié dans des couches optiques, il sent et voilà tout : sentir c'est vivre d'une certaine façon. Nous voulons dire par là que, pour sentir avec *connaissance*, il faut autre chose que la *perception simple* : il faut cette perception simple et quelque chose de plus que nous allons faire connaître.

» Le phénomène de perception s'accompagne nécessairement d'un mouvement propre des cellules que le mouvement impressionneur a provoqué. Or ce mouvement ne s'épuise pas sur place; les couches optiques ne sont pas isolées au milieu de la substance cérébrale, et il est tout naturel que le mouvement dont elles sont le siége se communique aux parties voisines. C'est ce qui arrive : des couches optiques le mouvement impressionneur s'étend de proche en proche, à travers les fibres du centre blanc, pour aboutir en définitive aux cellules qui forment la couche périphérique du cerveau. Ces cellules en sont modifiées d'une certaine façon.

» Déjà depuis longtemps, on avait remarqué que, chez les déments, la couche corticale du cerveau était ramollie ou plus ou moins lésée. Sur les chiens, lorsque nous détruisions cette région par le caustique, nous provoquions une sorte de folie; l'animal conservait tous ses sens comme les déments, mais il ne connaissait pas, il n'avait plus de mémoire.

» Le phénomène de perception, produit dans les couches optiques, ne se produisait pas dans la couche corticale, puisque les déments, ainsi que les chiens dont la couche corticale est lésée, conservent leur sensibilité. Mais comme, d'un autre côté, les couches optiques ne concourent qu'à la perception simple, à la perception sans connaissance, nous fûmes conduit à rechercher par quel mécanisme la perception *simple,* dans les couches optiques, se transforme en perception *avec connaissance,* grâce au concours de l'activité des cellules de la couche corticale du cerveau. Ce mécanisme est celui de la mémoire.

» Supposons un cerveau vierge de toute impression et soumettons-le à l'influence d'un corps odorant. Le mouvement impressionneur se transmet à travers le nerf de l'odorat jusqu'à la cellule A′ du centre optique, et, dès lors, l'homme sent l'odeur; puis le mouvement impressionneur continue sa route jusqu'à la cellule A de la couche corticale et la modifie d'une certaine façon. Si nous retirons le corps odorant, tous les mouvements que sa présence a provoqués cessent et l'homme ne sent plus rien. A présent supposons que nous puissions déterminer dans la cellule A le mouvement qui lui est propre, le mouvement de cette cellule se transmettra à travers les fibres du noyau blanc jusqu'à la cellule A′, dont elle réveillera l'activité. Or, comme cette activité correspond à une perception d'odeur, l'homme sentira de nouveau cette odeur en l'absence de l'objet impressionnant capable de la provoquer. Telle est la première condition de la mémoire : sentir comme on a déjà senti, mais en l'absence de tout objet impressionnant et sous l'influence seule de l'activité d'une cellule de la couche corticale du cerveau. Ce fait élémentaire ne constitue pas toute la mémoire; pour se souvenir, il faut sentir qu'on a déjà senti d'une certaine façon et établir un rapport entre la manière de sentir actuelle et celle de jadis. Ce trait d'union entre le passé et le présent, nécessaire pour qu'il y ait souvenir, est le résultat d'un mécanisme fonctionnel que nous allons faire connaître.

» Supposons que le corps odorant était une orange et que les sens de la vue et de l'odorat ont été simultanément provoqués par elle. L'impression visuelle réveillera le centre de perception B′ en même temps que le centre A′ sera réveillé par l'impression odorante, et le mouvement impressionneur visuel ira réveiller l'activité propre de la cellule B, pendant que le mouvement impressionneur odorant provoquera celle de la cellule A.

» Dans ces conditions, l'homme sent qu'il est modifié de deux façons différentes et voilà tout; mais si, après avoir retiré l'orange, nous la sou-

mettons de nouveau à l'activité du seul sens de la vue, qu'arrivera-t-il? L'homme verra l'orange; mais, comme le mouvement impressionneur ne s'épuise pas dans les couches optiques, il ira provoquer l'activité propre de la cellule B. La cellule B étant unie, par ses prolongements, à la cellule A déterminera dans cette dernière l'activité qui lui est propre, et, en définitive, le centre de la perception odorante A' sera lui aussi réveillé.

» De sorte que, bien que l'orange soit assez éloignée pour que l'homme ne puisse l'odorer, il l'odorera néanmoins par le souvenir et il sentira ce qu'il sentit réellement jadis en voyant l'orange; il se souviendra, en un mot, que l'orange est un corps odorant, et, en se souvenant de ce caractère, il n'aura plus une *perception simple* de cet objet, mais une *perception avec connaissance*.

» Voilà comment, en expliquant le mécanisme de la mémoire, nous avons été conduit à formuler la différence qu'il y a entre une perception simple et une perception avec connaissance, et à déterminer en même temps le rôle fonctionnel des cellules de la couche corticale du cerveau.

» Les cellules de la couche corticale du cerveau représentent sous forme de modalités dynamiques *in posse* toutes les notions acquises, et c'est aux connexions anatomiques qui unissent ces cellules aux couches optiques qu'elles empruntent la possibilité de réveiller successivement le centre de perception pour donner naissance aux phénomènes de mémoire.

» Le rêve, qui présente tant d'analogies avec la mémoire, n'est autre chose que le réveil du centre de perception par l'activité des cellules de la couche corticale, alors que ce même centre est fermé aux influences extérieures.

» Toutes les cellules de la couche corticale sont unies entre elles par leurs prolongements: elles peuvent donc réveiller mutuellement leur propre activité. Il suffit, en effet, que l'une d'elles fonctionne pour que le fonctionnement des unes ou des autres s'ensuive.

» Quant à l'ordre admirable qui préside au classement de toutes nos connaissances, nous le devons à l'intelligence sublime qui a tout créé: le cerveau est une tapisserie merveilleuse dont le Créateur a fourni le canevas et dont nous remplissons tous les jours les mailles.

» Jusqu'ici nous n'avons exposé qu'une partie de la fonction cérébrale, l'*excitant fonctionnel* et la *matière fonctionnelle*: cela n'est pas suffisant.

» La fonction des organes, en effet, ne consiste pas seulement à rassembler des éléments déterminés : la fonction suppose un but à atteindre et ce but n'est pas dans l'organe lui-même, mais en dehors de lui. Il faut donc

que, par des mouvements particuliers, l'organe projette au dehors les éléments de sa fonction. Ce sont ces mouvements que nous désignons sous le nom de *mouvements fonctionnels.*

» Le cerveau qui se bornerait à sentir et à se souvenir vivrait en lui-même d'une certaine façon, mais personne n'en saurait rien; pour que sa fonction soit complète, il faut que chacune de ses manières de sentir et de se souvenir se reflète au dehors d'une manière sensible. C'est ce qui a lieu, en effet, et c'est par des mouvements que le cerveau extériorise sa manière d'être.

» La route que nous avons assignée tout à l'heure au mouvement impressionneur, des nerfs sensitifs aux couches optiques et de ces dernières aux cellules de la couche corticale, n'est pas la seule voie suivie par le mouvement. Les couches optiques sont unies par des fibres spéciales à un autre noyau de cellules, que l'on désigne sous le nom de *corps striés.* C'est dans ce noyau que viennent aboutir toutes les fibres des nerfs du mouvement, placés à la partie antéro-latérale de la moelle, et nous avons vu l'abolition de tout mouvement succéder, chez les chiens vivants, à la destruction de ces organes. Dès lors, il nous a paru possible d'expliquer le mécanisme fonctionnel de tous les mouvements, volontaires ou involontaires.

» Les mouvements sont involontaires lorsque la cause impressionnante, un danger par exemple, est assez vive pour réveiller directement l'activité des corps striés et provoquer aussitôt, par l'intermédiaire des nerfs moteurs, un mouvement déterminé.

» Les mouvements sont volontaires lorsque la cause impressionnante donne le temps à l'attention de soumettre l'impression sentie à la pierre de touche des connaissances acquises, de réveiller par conséquent l'activité des cellules de la couche corticale. Ce n'est qu'après cet examen que l'impression dominante, dans les couches optiques, provoque, dans les corps striés, la détermination du mouvement qui lui est corrélatif.

» Dans le cas des mouvements involontaires, le mouvement exécuté est ce qu'on appelle vulgairement un *premier mouvement.* Dans le cas des mouvements volontaires, l'examen préalable a fait prévaloir, dans les couches optiques, une impression dominante qui donne, par ce seul fait, au mouvement exécuté, les caractères d'un mouvement raisonné et voulu. Les mouvements de la parole rentrent dans ces derniers mouvements.

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Polychromie photographique.* Mémoire de M. L. VIDAL. (Extrait.)

(Commissaires : MM. Dumas, Milne Edwards, Fizeau, Edm. Becquerel.)

« *Procédé.* — Le procédé à l'aide duquel nous obtenons les images polychromiques est purement et simplement une extension du procédé dit *au charbon;* il a été décrit dans notre demande de brevet du 23 décembre dernier. La description sommaire que nous allons en donner diffère de la précédente en un point essentiel : au papier stéariné, nous avons substitué tout récemment le *papier végétal* enduit de gomme laque. Quant aux *mixtions combinées,* propres aux reproductions d'après nature, c'est là une question spéciale sur laquelle nous pourrons fournir plus tard des indications.

» Les personnes qui s'occupent des procédés au charbon savent qu'il est aisé d'obtenir, sur tel support déterminé, des teintes monochromes ou des reproductions monochromes quelconques de toutes couleurs.

» La palette de la photographie au charbon est d'ailleurs fort riche, et il est possible, avec toutes les poudres colorées que n'altèrent pas les sels de chrome, d'obtenir les couleurs les plus chaudes et les plus variées. Nous le démontrons par des tableaux polychromiques où nous réunissons toutes les nuances, en nombre infini, qui résultent de la combinaison entre elles de mixtions colorées, sensibilisées au bichromate de potasse, et traitées comme le sont les épreuves au charbon les plus soignées. Ces teintes monochromes, obtenues sur des supports provisoires, peuvent, si on le veut, être fixées, soit séparément, soit à côté l'une de l'autre. On peut encore les superposer; c'est simplement une sorte de décalcomanie.

» Prenons maintenant l'opération dès le début, pour la suivre jusqu'à la fin.

» *Clichés.* — Les clichés polychromiques peuvent être obtenus, soit par des moyens d'optique plus ou moins précis et analogues à celui décrit par M. Ducos du Hauron, soit en réservant sur chacun des clichés monochromes toutes les parties qui doivent contribuer, par une transparence plus ou moins grande, à la formation de ce monochrome.

» La réserve se fait sur un chevalet à retoucher les clichés, à l'aide d'une matière opaque, vermillon, noir de fumée, et presque en copiant la nature, comme le ferait un peintre exécutant un tableau, avec cette différence que tout le travail consiste ici à suivre des contours nettement tracés par la photographie et à barbouiller les surfaces à réserver, grossièrement et sans qu'il faille pour cela savoir peindre ou dessiner.

» Si l'on opère d'après nature, on n'a qu'à copier de la façon que voici : veut-on produire le monochrome rouge, par exemple, on obture en réserve tout ce qui, dans la vue reproduite, ne contient ni rouge ni combinaison de rouge avec toute autre couleur, sans s'inquiéter des demi-teintes, sans faire autre chose que réserver ou noircir tout ce qui n'est ni rouge ni indépendant du rouge. Pour le cliché du monochrome bleu, on agit de même; cela est tellement facile que, dès le premier essai, sans être le moins du monde habile, on arrive à produire un résultat déjà bien séduisant. On peut, d'ailleurs, après l'examen d'une première image polychrome, s'assurer si les clichés ont la valeur voulue; sinon, on les retouche suivant les indications fournies par cet essai, puis on imprime, à l'infini et sans préoccupation, autant de polychromies semblables que l'on en peut désirer.

» Ces clichés doivent être essayés, cela va sans dire, quant à leur temps de pose respectif et les coefficients photométriques de chacun indiqués sur la marge.

» *Impression positive.* — Chacun des clichés concourant à la formation d'une polychromie est imprimé sur une mixtion de couleur voulue, puis on développe sur un support provisoire, suivant le procédé de développement connu.

» Le *support provisoire* est, nous l'avons dit, du *papier végétal* plongé dans une solution de gomme blanche en poudre dans de l'alcool à saturation, à la température ordinaire.

» L'image y adhère parfaitement. Aucune bulle ne se produit, ce papier transparent permettant de voir l'air qui existerait, avant le développement, entre sa surface intérieure et celle de la mixtion; puis, comme il présente une texture très-serrée et que l'enduit de gomme laque ferme les moindres pores, son imperméabilité est complète.

» L'image développée est alunée, lavée, puis couverte à sa surface d'une légère couche de gélatine et abandonnée à dessiccation.

» On remarquera que l'imperméabilité de ce papier rend impossible toute extension ou constriction, de telle sorte que tous les monochromes sont parfaitement identiques entre eux, ceux provenant, bien entendu, de clichés identiques.

» *Montage de l'épreuve.* — Quand on a imprimé une ou plusieurs séries polychromiques, il s'agit de monter ces monochromes, de former, en un mot, les images polychromiques. Pour cela faire, on prend le monochrome qui doit être le premier posé sur le support définitif, papier,

carton, ivoire, métal, etc.; on met le monochrome et le support dans de l'eau pure et bien filtrée, et on les sort juxtaposés, dès que les surfaces extensibles sont bien planes; on les amène à coïncider exactement, puis on enlève par une pression légère, entre du buvard, l'excès d'humidité, et on laisse sécher à l'air libre.

» Quand tout est sec, on immerge dans de l'alcool ordinaire, et, après quelques moments, l'alcool a ramolli la gomme laque du support provisoire, lequel se détache aisément, laissant le monochrome sur le support définitif. On peut mener de front un nombre illimité de monochromes et en immerger une masse dans l'alcool.

» Dès que le premier monochrome est fixé, on passe au deuxième, puis au troisième monochrome, et l'on obtient le résultat final, s'il ne faut que trois couleurs combinées. On agit de même jusqu'à la fin, s'il en faut un plus grand nombre.

» Le support provisoire étant transparent, on voit facilement, même sur un corps opaque, si les divers points des monochromes qui doivent se juxtaposer coïncident bien ensemble.

» La stéarine, d'abord indiquée, n'était pas aisément enlevée, et la moindre présence de ce corps gras entre deux pellicules en amenait le détachement, et l'image risquait de s'exfolier. Aujourd'hui, cela n'est point à redouter, et d'ailleurs le papier végétal offre l'avantage remarquable d'être à la fois transparent et inextensible, et il permet de multiplier à l'infini, avec ou sans repères, les applications de ce procédé polychromique sur papier ou sur corps opaque. »

VITICULTURE. — *Sur l'état actuel de la question du* Phylloxera. Extrait d'une Lettre de M. **Lichtenstein** à M. Dumas.

(Renvoi à la Commission du *Phylloxera*.)

« Il est admis aujourd'hui : 1° que le *Phylloxera* américain et le *Phylloxera* européen sont identiques (observateurs : Riley, à Saint-Louis; Rœsler et E. Mach, à Klosternenburg; Schraut et Vipellier, à Kaiserstautern);

» 2° Que l'insecte des feuilles passe aux racines, et celui des racines aux feuilles (observateurs : Planchon et Lichtenstein, à Montpellier; Laliman, à Bordeaux; Signoret, Cornu et Balbiani, à Paris);

» 3° Que l'insecte prend des ailes dès le 15 juin; qu'il y a deux formes de nymphe, une ovale et l'autre rétrécie au milieu, et deux nervations d'ailes différentes (observateurs : Planchon et L., qui y voient la forme

mâle, tandis que, suivant Signoret, tout serait femelle. C'est à M. Cornu et à M. Balbiani à trancher la question);

» 4° Que l'insecte au sortir de l'œuf et l'insecte ailé sont l'un et l'autre très-agiles; ils cheminent sur le sol et se trouvent assez souvent (les ailés) pris aux toiles d'araignées (observateurs : Lichtenstein, Duclaux, Planchon, Faucon, etc.).

» Voilà quatre points certains. Le nombre de mues, l'accouplement (s'il existe), l'endroit où l'insecte ailé dépose ses œufs sont encore à trouver.

» Je compte adresser prochainement à l'Académie un travail que j'ai exécuté avec M. Planchon, et qui est sous presse. Les provins-appâts à *Phylloxera* me donnent d'excellents résultats. »

VITICULTURE. — *Du* Phylloxera *et de son évolution*. Note de M. **Signoret.**

(Renvoi à la Commission du *Phylloxera*.)

« Le *Messager du Midi*, à la date du 5 juillet dernier, a publié le compte rendu d'une conférence sur le *Phylloxera*, faite par M. Lichtenstein, dans laquelle nous relevons la phrase suivante :

« Sa ponte rapide, sa prompte évolution sont telles, que les petits sont aptes à devenir mères, à pondre, dans l'espace de dix jours. »

» C'est là une erreur considérable, destinée, pensons-nous, à produire une grande sensation, contre laquelle nous nous élevons; c'est pourquoi nous pensons devoir rétablir les faits. Pour répondre de suite à l'énoncé ci-dessus, nous dirons que, pour nous, au lieu de dix jours, l'évolution complète ne se fait que dans l'espace d'une année : c'est ce que nous voulons démontrer. Nous commencerons à l'œuf produit au printemps, pour finir au printemps suivant.

» L'œuf a besoin pour éclore d'un certain temps, variable suivant la température, et qui est pour nous de quinze à vingt jours. Quel degré de température faut-il pour son éclosion? Ici se place un premier *desideratum*.

» Après l'éclosion, arrive une larve embryonnaire, facile à distinguer de toutes les autres par le développement plus grand de ses antennes, des cicatrices, des poils et des pattes; au bout d'un certain temps, variable suivant la température, arrive une première mue et par suite un second état, également facile à reconnaître pour qui sait se servir du microscope, à

cause des caractères énoncés ci-dessus, moins développés; les tarses n'offrent encore qu'un seul article, ce qui sert à distinguer cette larve de la suivante. Vient ensuite au bout de quelques jours, quinze à vingt toujours, une seconde mue qui nous donne un troisième état, facile à distinguer du précédent, dont il se rapproche beaucoup par la présence de deux articles aux tarses : caractère que M. Riley des États-Unis n'avait pas vu d'abord et qui lui fit douter de l'identité des individus français ou américains, caractère et identité que j'ai bien constatés dès 1870 (1) et que le savant Américain a su reconnaître depuis (2).

» Après un temps toujours très-discutable, arrive une troisième mue, qui nous donne le type tuberculeux que tout le monde connaît et que nous avons figuré les premiers (3); on ne trouve ces individus que vers le 15 juillet et jusqu'au 15 septembre généralement; ces insectes sont alors à l'état adulte et propres à la reproduction par la ponte; ils ont déjà mis plusieurs mois pour se produire; certains de ces individus, suivant certaines circonstances, encore inconnues (second *desideratum*), changent de nouveau de peau en passant d'abord par un état de nymphe, et, après la mue qui est la quatrième, on obtient un insecte ailé qui présente deux élytres (4) ou ailes supérieures et deux ailes inférieures, et qui ne pond plus que trois ou quatre œufs. Que deviennent les œufs de ces deux individus, aptères ou ailés? Ils recommencent une nouvelle série, pareille à la précédente, mais qui s'arrête en route avant la production du type tuberculeux; elle produit ce que j'ai appelé le *type mère* (5), puisqu'elle produit l'œuf par où nous avons commencé notre évolution. Pour nous, ce sont les individus après la seconde mue qui se sont développés d'une manière complète : ils n'ont jamais de tubercules, et les téguments sont rugueux et comme chagrinés (6).

» Pour être mieux compris, nous dirons :

Premier temps. — L'œuf qui met un temps plus ou moins long à éclore et auquel il faut un certain degré de chaleur.

Deuxième temps. — La larve embryonnaire, facile à reconnaître par le développement des antennes, cicatrices, pattes et poils.

---

(1) *Bulletin de la Société Entomologique de France*, séance du 22 juin 1870, p. 60.

(2) *Fourth annual Report on the noxious and beneficials Insects*, Ch. Riley, 1872, p. 57.

(3) *Annales de la Société Entomologique de France;* 1869, *Pl.* 10, *fig.* 2, p. 580.

(4) *Annales de la Société Entomologique*, vol. cité, *fig.* 3.

(5) *Bull. de la Soc. Ent.;* année 1870, p. LXXIII.

(6) *Journal d'Agriculture*, par A. Barral; février 1872, t. I, p. 258, avec figures.

Première mue.

Troisième temps. — Larve moins développée que ci-dessus, mais plus grosse.

Deuxième mue.

Quatrième temps. — Larve à peu près comme ci-dessus, mais offrant deux articles aux tarses.

Troisième mue.

Cinquième temps. — Insecte arrivant à l'état parfait, c'est-à-dire apte à pondre. Il est tuberculeux. Partie de ces individus subit une métamorphose après ponte et donne :

Quatrième mue.

Sixième temps. — Les individus, après cette mue, deviennent ailés et ne pondent plus que trois ou quatre œufs. Des œufs pondus par les deux temps ci-dessus naît une nouvelle série. Combien mettent-ils de temps à éclore? Certainement un peu plus de temps que précédemment, la température étant moins élevée. Les mues sont aussi plus éloignées, car nous retrouvons en hiver les deuxième et troisième larves, et, pour continuer notre tableau, nous aurons :

Septième temps. — L'œuf, nouvelle série.
Huitième temps. — Larve embryonnaire pareille à celle du deuxième temps, première série.

Cinquième mue.

Neuvième temps. — Larve pareille à notre troisième temps.

Sixième mue.

Dixième temps. — Larve pareille à notre quatrième temps, avec deux articles aux tarses, et prenant tout l'accroissement nécessaire pour arriver à l'état parfait et pondre. C'est notre type mère (1).

» Comme je le disais plus haut, toutes les transformations de cette série prennent du temps et sont en partie arrêtées pendant l'hiver, puisque nous retrouvons le type mère vers le mois d'avril et qu'il persiste une partie de l'été pondant toujours. Si la première série dure cent ou cent vingt jours, la seconde dure jusqu'au printemps et une partie de l'été suivant, en nous donnant les œufs par lesquels nous avons commencé l'évolution, et le cercle est ainsi complet. Jamais cette seconde série ne fournit ni type tuberculeux ni type à élytres, lesquels ne peuvent provenir que du précédent.

» Il y a loin, comme on voit, de l'évolution complète en dix jours.

» Maintenant il faudrait aborder la question de l'habitat, c'est-à-dire le type gallicole; mais, pour ne pas trop allonger cette Note, nous ajoute-

---

(1) Voir *Journal d'Agriculture* de 1872; février, p. 258, *fig.* 17, 19, 20, qui est le type mère renfermé dans les galles et complétement identique.

rons simplement : que nous avons obtenu sur des vignes ordinaires (le chasselas) des galles; que de ces galles nous avons eu des individus passant par trois états, puis disparaissant pour aller aux racines; en les examinant, nous avons trouvé tous les états, même le type tuberculeux. C'est ce que nous avons indiqué à la Société Entomologique, dès 1870 (*Bull.*, p. LXXV), et qui fera, du reste, le sujet d'une autre Note. »

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, en outre, à l'Académie divers documents intéressant la question du *Phylloxera*, et en particulier :

Une Lettre de M. *E. Ayral*, indiquant l'utilité qu'il y aurait à enlever les feuilles des vignes au mois de septembre; l'auteur annonce, en outre, que le fléau a étendu ses ravages sur les vignes situées entre les Cévennes et la mer, et qu'il marche vers le sud;

Une Lettre de M. *Coulomb*, tendant à établir qu'il a, depuis plus de deux ans, indiqué l'ammoniaque comme un moyen de destruction du *Phylloxera;*

Une Note de M. *Deleuil*, de Marseille, concernant l'efficacité d'arrosages avec l'urine fermentée, effectués en novembre et en mars;

Une Lettre de M. *Gauthier*, conseillant l'emploi de l'eau de savon fermentée;

Une Note de M. *H. Peyraud*, relative à l'emploi de macérations d'absinthe et de tanaisie;

Une Lettre de M. *Laliman*, contenant quelques observations nouvelles au sujet des pucerons comparables au *Phylloxera*.

Une Lettre de M. *L. de Martin*, demandant avec instance à l'Académie de poursuivre les études scientifiques, qui ont déjà rendu et qui doivent rendre encore à la viticulture des services si importants, études dont les praticiens feront leur profit.

(Ces divers documents sont renvoyés à la Commission.)

M. **A. Osselin** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire sur les « Conséquences du principe de l'équivalence mécanique de la Chaleur ».

(Commissaires : MM. Fizeau, Serret, Jamin.)

M. **E. Riolet** adresse, par l'entremise de M. le Ministre de l'Instruction publique, une Note relative à un projet d'aérostat.

(Renvoi à la Commission.)

M. **Davin** adresse, de Nice, une nouvelle Note relative à l'efficacité de la poussière de cuivre contre le choléra.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

MM. **Bopp** adressent une Note relative à une « nouvelle marmite économique et portative, dite *bidon culinaire sans feu* ».

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Balard.

MM. **Carré** et **Lemoine** adressent une Note sur un nouveau mode d'emploi de l'huile de foie de morue, au moyen de la panification.

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Cloquet.

M. **G. Perry** adresse une Note intitulée « Sur les rapports entre la dilatation cubique et les isotorsions; équation de l'élasticité en coordonnées obliques, pour les cristaux triréfringents, par M. *G. Perry;* système orthogonal pour le prisme rectangle, par M. *Lamé* ».

(Renvoi à l'examen de M. Bertrand.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un ouvrage de M. *Marey*, intitulé « La machine animale ».

PHYSIQUE. — *Quatrième Note sur les résistances maxima des bobines magnétiques;* par M. **Th. du Moncel.**

« Dans les différentes Notes que j'ai adressées à l'Académie sur les résistances maxima des hélices magnétiques, j'ai démontré :

» 1° Qu'une hélice donnée produit son effet maximum lorsque sa résistance propre est plus grande que celle du circuit extérieur, dans le rapport de 1 à $1 + \frac{c}{a}$;

» 2° Que, pour un même diamètre de bobine, l'hélice qui donne les meilleurs résultats est celle dont le fil a une grosseur et une longueur telles, que sa résistance représente celle du circuit extérieur ;

» 3° Que l'épaisseur des hélices magnétiques doit être égale au diamètre des noyaux magnétiques qu'elles entourent ;

» 4° Que leur longueur doit être égale à ce diamètre multiplié par 11, et pratiquement par 12, en raison de l'épaisseur des rondelles.

» Ces déductions supposent toutefois que le circuit extérieur est parfaitement isolé, que l'état permanent de la propagation électrique est établi, que les réactions de l'extra-courant de l'électro-aimant n'existent pas et que le fer de l'électro-aimant est dans les conditions de saturation nécessaires pour que les lois de MM. Dub et Müller soient applicables; quand ces conditions ne se présentent pas, il est loin d'en être ainsi et le calcul démontre que la résistance de l'hélice doit être considérablement réduite, ce que les expériences de M. Hughes ont prouvé d'une manière irrécusable, et ce qu'ont confirmé d'une manière plus nette encore les expériences récentes de M. Lenoir, dans lesquelles l'électro-aimant employé subissait des alternatives d'aimantation et de désaimantation extrêmement rapides, étant adapté à un télégraphe autographique.

» Avec des éléments si divers, il est impossible de poser une formule qui puisse donner exactement les conditions de maximum de résistance des bobines électromagnétiques. Pour l'action seule des dérivations, le calcul démontre que ces conditions sont les mêmes que celles qui ont été déjà posées, mais en supposant que la résistance du circuit extérieur R sur laquelle elles sont basées est représentée par *la résistance totale du circuit extérieur avec ses dérivations*, et en admettant que cette résistance totale est considérée comme si la pile était substituée dans le circuit à l'électro-aimant. Or, comme la résistance totale d'un circuit soumis à des dérivations est moindre que sa résistance individuelle, l'hélice doit avoir une résistance *moindre* que cette dernière.

» En prenant le cas le plus simple, celui d'une seule dérivation u établie sur un circuit métallique de résistance l, avec une résistance commune R à partir de la pile et dans laquelle est comprise la résistance de cette dernière, la force attractive A de l'électro-aimant interposé au milieu de l sera

$$A = \frac{E^2 u^2 t^2}{[R(u + l + H) + u(l + H)]^2}$$

et, si l'on substitue à t et à H leur véritable valeur, on arrive à une expression dont la dérivée, par rapport à g considéré comme variable, s'annule pour

$$\frac{q g^2}{f^2}\left(l + \frac{Ru}{R + u}\right) = \frac{\pi b a(a + c)}{g^2},$$

et pour

$$l + \frac{Ru}{R + u} = \frac{\pi b a^2}{g^2},$$

quand on fait varier simplement l'épaisseur a des couches de spires et que R est supposé préalablement réduit en fonction de g.

» Or, dans la première de ces deux équations, le second membre représente la résistance du fil de l'hélice, et le premier membre n'est autre que la résistance totale du circuit extérieur, exprimée en unités de même ordre que celles ayant servi à l'évaluation de la résistance de l'hélice, mais *prise en sens inverse;* car celle qui est étudiée est représentée, par le fait, par

$$R + \frac{lu}{l+u}.$$

» Dans ce cas, la résistance totale doit donc être envisagée comme si la partie commune aux deux courants dérivés était représentée par la dérivation l et comme si la partie réellement commune R n'était qu'une simple dérivation.

» Dans la seconde équation, le premier membre représente, comme dans l'autre, la résistance totale du circuit, prise en sens inverse; mais cette résistance totale ne doit correspondre qu'à une fraction de la résistance de l'hélice et doit être à cette dernière (comme dans le cas d'un circuit isolé) dans le rapport de 1 à $1 + \frac{c}{a}$.

» Il me reste à montrer l'importance pratique des formules que j'ai posées et des déductions que j'en ai tirées.

» Le problème le plus fréquemment posé, dans les applications électriques, est celui-ci :

» *Quelles sont les dimensions à donner à un électro-aimant et la grosseur du fil à employer pour le placer dans les meilleures conditions possibles sur un circuit de résistance donnée* R, *en employant une pile d'une force électromotrice* E?

» Dans ce problème, il se présente, il est vrai, une question dont il n'a pas été parlé dans mes Notes précédentes, mais qui avait été prévue, incidemment, par M. Muller : c'est celle du point de saturation magnétique du fer des électro-aimants. Ce point, comme on le sait, joue un grand rôle, car ce n'est seulement que dans son voisinage que les lois de Jacobi, Dub et Muller sont réellement vraies, et il importe qu'il soit atteint, afin qu'on puisse agir le plus efficacement possible avec le moins de masse possible. Or, pour le déterminer, il suffit de considérer (d'après la loi de Muller) que, pour développer dans deux électro-aimants la même partie aliquote de leur maximum magnétique, il faut que les intensités I du courant, mul-

tipliées par les nombres des tours de spires t des hélices magnétiques, soient proportionnelles aux puissances $\frac{3}{2}$ de leurs diamètres. Conséquemment, si un électro-aimant type se trouve dans des conditions convenables de saturation, pour une certaine force électrique, il sera possible de déterminer, dans des conditions données, le diamètre d'un autre noyau magnétique, pour qu'il soit dans des conditions de saturation analogues.

» Or de cette loi, qui peut se traduire par l'équation

$$\frac{I't'}{It} = \frac{\sqrt{c'^3}}{\sqrt{c^3}},$$

et de l'équation exprimant la valeur de l'intensité du courant donné I', qui est

$$I' = \frac{E'}{R' + \frac{2\pi c'^3 m}{g'^2}} \quad \text{ou} \quad g'^2 = \frac{I'.2\pi c'^3 m}{E' - I'R'},$$

on tire, en supposant le diamètre c de l'électro-aimant type égal à $0^{m},01$, et en se rappelant que le nombre des tours t, pour satisfaire aux conditions de maximum, est représenté par $\frac{mc^2}{g^2}$,

$$c' = \sqrt[5]{\left[\frac{(E' - R'I')10g^2}{2\pi m I}\right]^2},$$

et en convertissant en une seule constante la valeur $\left(\frac{10g^2}{2\pi m I}\right)^2$, composée de quantités connues se rapportant à l'électro-aimant type que j'ai employé, on arrive à la formule simple

$$c' = \sqrt[5]{(E - IR)^2 . 0,00000000000000033970 1761},$$

I indiquant l'intensité du courant dans le circuit où doit être interposé l'électro-aimant, circuit dont la résistance totale est égale à 2R, E représentant la force électromotrice de la pile qui doit être employée.

» La quantité c étant ainsi déterminée, la grosseur du fil se déduit de l'équation

$$H = \frac{2\pi c^3 m}{g^2} \quad \text{ou} \quad R = \frac{2\pi c^3 m}{g^2},$$

qui donne, par rapport à R réduit en fonction de g et évalué en mètres de

fil télégraphique de 4 millimètres de diamètre,

$$g = \sqrt{f\sqrt{\frac{c^3}{R}}\cdot 0{,}000100531\,2},$$

» Dès lors, la longueur réelle du fil de l'hélice peut être déterminée, ainsi que le nombre des tours de spires, car la quantité m est une constante, égale théoriquement à 11 et pratiquement à 12.

» Dans mes recherches sur les meilleures conditions de construction des électro-aimants, je donne trois tableaux dans lesquels toutes les valeurs se rapportant à l'électro-aimant que j'ai pris pour type se trouvent indiquées, ainsi que les forces produites, et qui donnent en même temps les valeurs exactes de f, f^2, g, g^2, $\frac{g}{f}$, ainsi que les poids correspondant à une longueur donnée des différents fils les plus usités, avec ou sans couverture de soie. »

PHYSIQUE. — *Sur la condensation électrique* (1). Mémoire de M. **Neyreneuf**, présenté par M. Edm. Becquerel. (Extrait par l'auteur.)

« L'air environnant un corps électrisé subit, comme tous les corps isolants, l'effet de pénétration pour les molécules les plus voisines, et d'orientation pour celles les plus éloignées. Les premières doivent agir, dans la production d'une étincelle, non par transmission directe, mais comme la lame isolante d'un condensateur, c'est-à-dire par décomposition, par influence. Cette généralisation du mode d'action d'un milieu isolant ne peut pas se vérifier au moyen du condensateur à lame d'air, mais on peut la justifier en remarquant qu'une boule conductrice, soutenue par un pied isolant, électrisé, puis déchargée par le contact le plus intime avec le sol, conserve, pendant un temps très-court, une électrisation de même sens, très-sensible à l'électroscope. En variant les conditions d'expérience, on fait voir sans difficulté que le résidu observé n'est pas dû à la substance isolante formant support. Le fluide qui a pénétré une certaine épaisseur d'air ne peut être instantanément neutralisé vers les couches extérieures, qui pourront dès lors manifester une répulsion des feuilles d'or.

» Si l'on considère une machine de Ramsden, en communication avec un condensateur ordinaire, une dérivation s'établit par l'air ambiant et une par le condensateur. L'intensité relative des deux dérivations varie avec

(1) Voir *Comptes rendus*, t. LXXVII, p. 201, séance du 21 juillet 1873.

les circonstances en apparence les plus minimes, et la charge de la lame isolante n'est constante, pour une étincelle à produire à distance constante, que dans des conditions exceptionnelles de régularité de débit de la machine. Dans la formation de cette étincelle interviennent la charge de l'air ambiant et la charge de la roue.

» On peut réduire beaucoup l'influence de la dérivation par l'air, en se servant de la machine de Holtz, que l'on met en communication avec une forte batterie. Dans ces conditions, la charge de la lame isolante produit bientôt, par un effet analogue à celui des *courants secondaires* des piles, la décharge de la machine et sa charge en sens inverse.

» On peut assimiler le phénomène de la condensation à une véritable polarisation des électrodes, et mettre encore en évidence cette assimilation au moyen de la charge par cascade.

» Deux condensateurs, mis en cascade, amènent facilement les interversions de charge qu'un seul était impuissant à produire. Si l'on dispose un excitateur universel entre une machine de Ramsden et des condensateurs en cascade, on constate que le nombre d'étincelles que l'on peut faire jaillir entre les boutons de l'excitateur est limité, et que ce nombre est d'autant plus petit que le nombre des condensateurs est plus grand, comme si la *tension du courant secondaire* augmentait avec le nombre des éléments. La dérivation par l'air va alors en croissant, et un pendule de Henley indique, dans ces conditions, des divergences de plus en plus grandes.

» Il résulte nécessairement de là des différences considérables dans la charge de la lame isolante avec des variations de dispositions en apparence insignifiantes, à cause surtout de la variation de charge de l'air ambiant, qui devient le milieu prépondérant.

» La charge résiduelle de la roue de la machine peut intervertir complétement les résultats à observer; rien ne paraît modifié dans l'emploi d'un condensateur, conservant sa charge résiduelle, si l'on retourne la lame isolante de manière à intervertir les charges.

» La charge d'une lame isolante varie avec la nature de l'électricité de charge. Cette loi, établie par Matteucci dans le cas de faibles quantités, se vérifie facilement pour de fortes charges, en constatant que le nombre de tours de roue à faire pour obtenir une interversion avec la machine de Holtz est moindre quand c'est l'électricité positive qui arrive à l'armure interne de la batterie que lorsque c'est l'électricité négative.

» Le temps de charge, qui permet, comme nous l'avons vu, la pénétration des fluides dans des couches de plus en plus profondes, permet aussi, par

conductibilité latérale, la propagation des fluides sur les bords mêmes de la lame isolante. Lorsque ces bords sont suffisamment chargés, leur effet s'ajoute à celui de la lame même, de telle sorte que des perturbations très-irrégulières se produisent dans les mesures au moyen de l'électroscope à décharge. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Étude de la nitrification* (suite); par M. Th. Schlœsing.

« Des recherches sur l'influence de la proportion d'oxygène dans l'atmosphère confinée comprennent évidemment le cas limite où cette proportion est nulle. Le sol devient alors un milieu réducteur, et l'on ne peut douter que, dans de telles conditions, les nitrates ne soient détruits; mais on n'est pas fixé sur la nature des produits de leur décomposition. M. Kuhlmann a prouvé, par des expériences devenues classiques, que l'acide nitrique peut être converti directement en ammoniaque; d'autre part, on sait que les nitrates réduits dans des liquides d'origine organique, le jus de betterave, le jus de tabac, l'urine, donnent un mélange variable de protoxyde, de bioxyde d'azote et d'azote libre. Les produits de la décomposition des nitrates ne sont donc pas constants et dépendent surtout de la nature du milieu; tantôt l'azote, entièrement dépouillé d'oxygène, prend de l'hydrogène et forme de l'ammoniaque; tantôt, perdant encore tout son oxygène, il demeure libre; tantôt, enfin, il conserve un reste d'oxygène et produit du protoxyde ou du bioxyde d'azote.

» Le mode de décomposition des nitrates, quand le milieu est un sol privé d'oxygène, n'a pas été, à ma connaissance, l'objet de recherches précises : c'est pourtant une question bien intéressante. Si, selon l'opinion de quelques chimistes, les nitrates, descendant dans le sous-sol et y rencontrant un milieu réducteur, s'y transforment en ammoniaque, il faudra attacher du prix à des conditions du sous-sol auxquelles on devra la conservation de l'azote sous une forme assimilable; sinon, ces conditions n'auront plus que les inconvénients qu'on leur connaît, et il faudra se résigner, dans tous les cas, à perdre de l'azote, soit que les nitrates soient entraînés sans décomposition par les eaux pluviales, soit qu'ils donnent par leur réduction des produits que les végétaux n'utilisent pas.

» Pour élucider cette question, il fallait simplement placer une terre en vase clos dans des conditions favorables à la réduction des nitrates, et analyser les produits de la décomposition de ces sels.

Première expérience. — 12 kilogrammes de la terre de Boulogne (dont l'analyse est dans ma Note du 21 juillet) reçoivent $7^{gr},5$ de nitrate de potasse pur en dissolution étendue, et sont introduits dans un flacon de 10 litres, auquel on adapte un tube à dégagement se rendant sous le mercure.

Humidité de la terre 17,64 pour 100.

Acide nitrique dans les 12^{kg} de terre	préexistant................	0,844
	introduit par $7^{gr},5$ de nitre...	4,0095
	Total.........	4,8535

» L'expérience est instituée le 20 novembre 1872.

» Pendant les cinq jours suivants, le mercure s'élève progressivement dans le tube abducteur jusqu'à une hauteur de 80 millimètres, par suite d'une double absorption, celle de l'oxygène par la matière organique, celle de l'acide carbonique résultant par des carbonates neutres passant à l'état de bicarbonates. A partir du cinquième jour, la tension intérieure commence à croître; le 9 décembre elle égale celle de l'atmosphère; le 19, il se fait un dégagement de gaz violent; une cloche de 100 centimètres cubes, disposée sur la cuve, est remplie d'un seul coup et renversée. Par suite de cet accident, je dois renoncer à mesurer le volume des gaz. De temps à autre, il se produit encore des dégagements que je ne recueille pas. Le 24 janvier, la terre n'ayant pas dégagé de gaz depuis plusieurs jours, je mets fin à l'expérience.

» La température a varié entre 14 et 22 degrés.

» *Analyse des gaz confinés dans la terre.* — Les interstices de la terre contiennent environ 5 litres de gaz; cette quantité me permet d'adopter pour leur analyse un appareil analogue à celui d'Ebelmen, avec lequel je pourrai constater de petites proportions d'oxyde d'azote, de gaz carburés ou hydrogénés qui échapperaient à l'analyse eudiométrique. Les gaz, aspirés par une trompe à mercure, parcourent la série suivante des tubes analyseurs :

» 1° Tube à chlorure de calcium pour dessécher;

» 2° Tube à potasse pour doser l'acide carbonique;

» Tube de Bohême, à cuivre réduit, chauffé au rouge sombre, pour absorber l'oxygène des oxydes d'azote;

» 4° Tube de Bohême, à oxyde de cuivre, pour brûler les gaz combustibles;

» 5° et 6° Tubes à chlorure de calcium et à potasse, pour absorber les produits de la combustion;

» 7° Tube desséchant, pour séparer l'appareil d'un gazomètre chargé de recueillir et de mesurer l'azote.

» La série des tubes ayant été remplie d'azote au début, on a fait jouer la pompe jusqu'à la pression 69 millimètres. On a recueilli 4200 centimètres cubes d'azote et 1300 milligrammes d'acide carbonique; les poids des tubes 3, 4, 5 et 6 ont varié de 1 à 2 milligrammes, d'où l'on peut conclure en toute sûreté que, si le gaz analysé renferme des oxydes d'azote ou d'autres gaz hydrogénés ou carburés, la proportion de ces derniers est tellement faible qu'on peut admettre, sans erreur appréciable, que l'atmosphère confinée se compose exclusivement, à la fin de l'expérience, d'acide carbonique et d'azote.

» *Analyse de la terre :*

Acide nitrique		mg 0
Ammoniaque dans 100 grammes de terre	avant l'expérience	0,51
	après »	1,35
	Gain	0,84

Gain pour 12 kilogrammes de terre ..... 101 milligrammes.

» Si la totalité de l'acide nitrique avait été convertie en ammoniaque, on en aurait trouvé :

Pour 12 kilogrammes de terre .... 1528 milligrammes.

» Ainsi, pendant la réduction des nitrates, il ne s'est pas formé la quinzième partie de l'ammoniaque qu'aurait donnée la conversion intégrale en alcali de l'azote de nitre; mais, par contre, il s'est produit de l'azote libre, à en juger par la composition finale de l'atmosphère confinée et par les dégagements fréquents qui ont eu lieu.

» *Deuxième expérience.* — Instruit des résultats que je devais attendre, j'ai pu disposer une deuxième expérience, dans laquelle je me suis proposé principalement de mesurer les volumes d'azote initial et final. La terre, dépouillée de nitrates par la première expérience, a reçu de nouveau $7^{kg},5$ de nitre pur, et a été enfermée dans le même flacon :

Poids de la terre : $11^{kg},4$; humidité : 18,2 pour 100.

Aussitôt après, on fait le vide avec la trompe à mercure; on s'arrête, après un jour de travail, quand la pression intérieure est comprise entre 6 et 7 millimètres.

Température du lieu : $5^{\circ},5$; tension de la vapeur d'eau à cette température : $6^{mm},7$.

L'épuisement du gaz est donc bien près d'être absolu. Le lendemain, la température est encore de $5^{\circ},5$; la pression intérieure n'a pas varié : le flacon tient bien le vide. On y introduit de l'air mesuré par un gazomètre qui donne une approximation de 1 centimètre cube au moins :

Air introduit	$5^{lit},0215$		$p = 762,5$
Volume d'air corrigé	$4^{lit},8904$	azote	$3^{lit},8732$ à 0° et 760^{mm}
		oxygène	$1^{lit},0172$ »

» Le flacon est mis en place, son tube débouchant sous une cuve à mercure. On observe de nouveau l'ascension du mercure pendant les premiers jours, puis sa descente, et des dégagements de gaz qu'on recueille, cette fois, sans perte. L'expérience finit le 16 juin; les gaz dégagés et ceux qui remplissent le flacon, épuisés par la trompe à mercure, sont soumis à l'analyse en usage pour déterminer un mélange d'azote et d'acide carbonique. Pendant l'épuisement, j'observe que l'acide carbonique, dont la proportion au début est de 14,8 pour 100, augmente constamment relativement à l'azote, et finit par être presque pur, ce qu'il faut attribuer à la décomposition des bicarbonates, de plus en plus marquée, à mesure

que la tension d'acide carbonique décroît dans le flacon. Le vide a été poussé aussi loin qu'au début de l'expérience.

» *Analyse de la terre :*

			mg
Acide nitrique			0
Ammoniaque dans 100^{gr} de terre	au début		1,35
	à la fin		3,04
		Gain	1,69
Gain d'ammoniaque pour $11^{kg},4$ de terre			$192^{mg},7$
Ammoniaque correspondant à $7^{gr},5$ de nitre			1262

» Ainsi, comme dans la première expérience, le nitre a disparu et n'a pas été remplacé par une quantité équivalente d'ammoniaque.

» *Analyse des gaz :*

		Azote.	Acide carbonique.
		cc	cc
Volumes ramenés à zéro et 760^{mm}	dégagé pendant l'expérience	809,4	89,1
	recueilli par la trompe	4088,5	3484,2
		4897,9	3573,3

	cc
Or, si l'on ajoute à l'azote de l'air introduit au début	3873,2
la totalité de l'azote contenu dans $7^{gr},5$ nitre	828,0
on trouve pour total	4701,2

qui est encore inférieur de $196^{cc},7$ au volume d'azote recueilli dans l'expérience.

» Donc, non-seulement la terre séjournant dans une atmosphère privée d'oxygène a perdu autant d'azote qu'il y en avait dans le nitrate, mais encore elle en a perdu en plus $196^{cc},7$.

» M. Boussingault a montré dernièrement que, dans une atmosphère confinée *oxygénée*, l'azote gazeux ne paraît pas contribuer à la formation de l'acide nitrique dans les terres; celles-ci, au contraire, ont perdu une petite quantité de leur azote combiné. Je retrouve ce dernier résultat en plaçant la terre dans une atmosphère *désoxygénée*. Il paraît donc, en définitive, que la combustion de la matière organique est accompagnée d'une perte d'azote; qu'elle s'opère, soit aux dépens de l'air, comme dans les expériences de M. Boussingault, soit aux dépens des nitrates, de l'oxyde de fer et de l'oxygène propre de la matière, comme dans les expériences que je viens de rapporter. »

GÉOLOGIE. — *Note sur le corindon de la Caroline du Nord, de la Géorgie et de Montana;* par M. LAURENCE SMITH.

« Les formations du corindon dans la Caroline du Nord et la Géorgie tiennent le second rang parmi toutes celles qui sont parvenues à notre

connaissance, dans les États-Unis, et celle de la Caroline du Nord est de beaucoup la plus importante, non-seulement de ce pays, mais peut-être de toutes celles connues jusqu'ici, pour son étendue, la distribution du corindon et la pureté du minéral.

» Ce minéral fut découvert en 1846, dans la Caroline du Nord; vers ce temps, à peu près, j'étais occupé à développer la géologie de l'émeri dans l'Asie Mineure et l'Archipel grec. Sur la communication, faite à des géologues américains, de mes découvertes relatives aux minéraux associés à l'émeri dans l'Asie Mineure, et par suite de mes instructions pour la recherche de ces mêmes minéraux accompagnant le corindon reconnu dans différentes parties de l'Amérique, on trouva ceux-ci en société avec le corindon de la Caroline du Nord aussi bien qu'avec celui d'autres localités.

» A cette époque, on n'avait découvert qu'un seul bloc détaché. En 1865, C.-D. Smith, à qui je suis redevable des précieuses informations contenues dans cette Notice, aide du professeur Emmons, géologue de la Caroline du Nord, reçut d'un des habitants de la contrée ouest des montagnes Bleues un spécimen de roche qui fut reconnu pour être du corindon, et, sur l'inspection des lieux, ce géologue découvrit le corindon en place. Depuis ce temps, ce minéral a été découvert en quantités telles, qu'il est devenu un objet intéressant pour les arts comme remplaçant de l'émeri, et d'autres localités ont été bien vite explorées sur une étendue de 40 milles.

» Les couleurs du corindon, tel qu'on le trouve dans cette zone d'affleurements, sont le bleu, le gris, l'œillet, le rubis et le blanc. Quelquefois les spécimens offrent des clivages et quelquefois ils se présentent en prismes hexagonaux; un de ces derniers pesait environ 150 kilogrammes. Il y a une différence dans le clivage et les minéraux associés en différentes localités.

» Dans la Caroline du Nord, le corindon se présente dans des roches de chrysolithe ou de serpentine et il n'a pas été trouvé en dehors de la serpentine. Ces roches de chrysolithe appartiennent à un système régulier de veines qui ont été traversées sur un espace d'environ 190 milles. Ce système de veines gît sur le côté nord-ouest de la chaîne des montagnes Bleues et a une direction parallèle à celle de la masse principale et une distance moyenne du sommet de la chaîne d'environ 10 milles. Cette direction continue jusqu'à la source de la rivière du petit Tennessee, soit, depuis le

comté de Mitchell jusqu'à celui de Macon, 130 milles. A cet endroit, la veine décrit une courbe autour de la source du Tennessee, et revient en arrière d'environ 10 milles vers le nord-ouest. Conformément à ce coude de la crête, l'angle de la déviation change au nord-ouest et réapparaît à Buck's Creek, se dirigeant comme la crête des montagnes Bleues.

» La serpentine apparaît par intervalles le long de la ligne entière de 190 milles. Il y a un système correspondant de veines qui traverse le penchant méridional de la chaîne des montagnes Bleues, mais qui n'est pas aussi régulier et aussi compact que le système côté nord-ouest ; les affleurements ne sont pas non plus si fréquents. La masse principale de la chaîne ne présente aucune trace de bouleversement, ou du moins aucune trace n'en a été trouvée. Du comté de Mitchell à celui de Macon, la serpentine est habituellement renfermée dans une roche de gneiss cristallin dur qui contient des grenats roses, des kyanites et des pyrites. Après son rejet à droite, elle se montre dans des couches amphiboliques et du gneiss. A Buck's Creek et de là vers le sud-ouest, les couches de horn-blende prennent de très-grandes proportions, et, au lieu du feldspath commun, elles contiennent de l'albite constituant une syénite albitique. A Buck's Creek (que l'on appelle *Cullakenih*) la chrysolithe couvre une superficie d'environ 350 acres. Un ou deux observateurs sont tombés dans l'erreur de confondre les deux systèmes de veines qui n'ont aucune connexion entre elles. Suivant eux, le système nord coupe, dans la chaîne des montagnes Bleues, à angle droit, et puis retourne sur le côté opposé de la chaîne. Or il n'y a point de phénomènes pareils en connexion avec ces affleurements, qui, évidemment, appartiennent à des systèmes distincts. Les affleurements le long du système nord se montrent à des intervalles de 1 à 15 milles; la zone le long de laquelle ces affleurements se montrent n'excède jamais 4 milles de largeur sur le côté nord de la chaîne. Sur le côté opposé, le système n'est pas si bien défini et les affleurements sont plus rares.

» Sur ces couches de serpentine existent la chalcédoine, la chromite quelquefois, la chorite, le talc, la stéatite, l'anthophyllite, la tourmaline, l'éméryllite, l'épidote sur certaines de ces couches, la zoisiste, et l'albite avec de l'asbeste quelquefois et de la picrolite, comme aussi de l'actinolite et de la trémolite. Le corindon, en certaines places, semble se montrer, principalement dans la ripidolite, dans des fissures de la serpentine. A Cullakenih, le corindon, avec ses associés immédiats, est dans la chlorite, sauf la variété rouge, qui est dans la zoisite, contenant une minime quantité de chrome.

» Dans tout le parcours des roches, sur la grande étendue sus-désignée,

le corindon forme une marque géognostique de cette roche de chrysolite, absolument comme il le fait de la roche calcaire contenant le corindon décrit par moi dans l'Asie Mineure. Ces roches appartiennent à la même époque géologique et elles reposent sur le gneiss, etc.

» Les recherches les plus minutieuses montrent que la chrysolite de la Caroline du Nord occupe la place de la roche calcaire dans l'Asie Mineure; que ces deux roches sont invariablement la roche-gangue dans les deux mondes; mais, comme on l'a fait remarquer ci-dessus, la roche contiguë les montre comme étant de la même période géologique, gisant directement sur les roches primitives, et toutes les deux sont géologiquement identiques à la formation de l'émeri de Chester, dans le Massachusetts.

» Pendant que tous les gisements de corindon et d'émeri que j'ai examinés offrent certains traits communs éminemment caractéristiques et accusant avec une évidence incontestable leur identité géologique, il n'en est pas moins certain que chaque localité a ses caractères particuliers. Dans tous les cas, toutefois, les masses de corindon donnent la preuve de sa formation par voie de ségrégation, que j'ai décrite dans mon Mémoire sur l'émeri de l'Asie Mineure.

» Dans l'Asie Mineure, l'émeri de gumuch-dagh n'est associé qu'à une très-petite quantité de tourmaline noire, que remplace la chloritoïde en cristaux ou lamelles; le diaspore y est rare aussi; mais, quand on le rencontre, il est prismatique et donne les cristaux connus les plus beaux et les plus parfaits, sur lesquels M. Dufrenoy a fait sa dernière étude de cristallographie de ce minéral. L'émeri est associé à la roche calcaire gisant au-dessus du gneiss. L'émeri de Kulah, dans la même partie du monde, est également dans la roche calcaire, et a très-peu de minéral chloritique ou chloritoïde associé.

» L'émeri de Naxos et de Nicaria dans l'Archipel grec est également associé à la roche calcaire; il n'offre point de chloritoïde, mais la tourmaline noire y abonde.

» Pendant que, dans les localités ci-dessus, la roche contenant le corindon est calcaire, dans le comté de Chester (Massachusetts), elle se compose de talc feuilleté et de saponite avec gneiss amphibolique, immédiatement sur un côté de la veine. Il est accompagné d'une grande quantité d'oxyde magnétique, et la tourmaline aussi abonde dans ce corindon, et, de même que la variété asiatique, il contient le rutile, l'illiminite, etc. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'essence de camomille romaine.* Note de M. E. DEMARÇAY, présentée par M. Cahours.

« Ayant eu l'occasion de préparer de l'acide angélique, au moyen de l'essence de camomille romaine, je recueillis une certaine proportion d'un liquide que Gerhardt considérait comme un carbure d'hydrogène et auquel il donna le nom de *camomillène*. Ce corps m'ayant présenté des propriétés toutes différentes, j'ai été conduit à examiner de plus près les propriétés de l'essence.

» Il ne sera peut-être pas inutile de faire connaître, avant d'exposer mes recherches, les conclusions auxquelles s'était arrêté Gerhardt.

» D'après lui, l'essence serait un mélange d'une petite quantité d'une matière résineuse, d'hydrure d'angélyle et d'un carbure d'hydrogène bouillant à 175 degrés, isomère de l'essence de térébenthine. Il admettait que l'hydrure d'angélyle possédait un point d'ébullition très-rapproché de 175 degrés et que cette circonstance, jointe à la présence de la matière résineuse, expliquait, d'une part, l'impossibilité de la séparation des différents principes de l'essence; de l'autre, l'élévation graduelle de son point d'ébullition. Il appuyait sa conclusion des deux faits suivants : 1° un dégagement d'hydrogène quand on attaque l'essence par la potasse; 2° la production d'acide angélique.

» Cette conclusion se trouve en défaut, le dégagement d'hydrogène étant une pure illusion. On peut en effet décomposer l'essence sans observer la moindre trace de gaz, tout en obtenant les mêmes produits de décomposition.

» L'essence a fourni les résultats suivants relativement aux températures d'ébullition de ses différentes portions.

» A 150 degrés, l'ébullition commence, mais jusque vers 173 il ne passe que quelques gouttes :

De 173 à 185 degrés il passe	.... 32 pour 100	de l'essence
De 185 à 200 «	 40	»
De 200 à 250 »	 17	»

» On a mis fin à la distillation à ce moment, le résidu brun huileux, qui forme environ le dixième de l'essence, paraissant se décomposer.

» En redistillant les portions résultant du fractionnement, on observe un léger abaissement dans les points d'ébullition et des points d'arrêt marqués entre 177 et 184 degrés, vers 194 et 200 degrés; au-dessus de

230 degrés, il passe à peine quelques gouttes, la cornue renfermant alors un liquide épais en faible proportion. En opérant sur des quantités un peu notables d'essence et en fractionnant, ainsi que je l'ai dit plus haut, j'ai pu recueillir des produits particuliers vers ces températures. Néanmoins, il est difficile de les isoler à l'état de pureté.

» Lorsqu'on soumet l'essence soit à l'action de la potasse alcoolique, soit à l'action de la potasse fondue, on obtient un résultat identique, pourvu qu'on fasse agir cette dernière à plusieurs reprises et jusqu'à ce qu'il n'y ait plus d'action. Ce dernier procédé occasionne des pertes considérables de produits volatils. C'est pour cette raison que je préfère de beaucoup l'emploi de la potasse alcoolique, dont le maniement est plus commode et qui n'occasionne pas de pertes aussi considérables.

» Voici comment j'ai procédé dans ce second cas : l'essence, dissoute dans son volume d'alcool, a été additionnée de son poids de potasse en petits fragments, puis agitée avec cette base dans un vase soigneusement bouché, jusqu'à dissolution de cette dernière. Au bout de trente-six heures, le liquide, qui s'était pris en masse, a été additionné de son volume d'eau. Le liquide a été distillé alors au bain-marie, puis à feu nu, jusqu'à ce qu'il ne passât plus que de l'eau. Les produits des deux distillations ont été réunis.

» La solution qui restait comme résidu était recouverte d'une couche mince d'un liquide qui, à froid, s'est solidifié. Cette partie n'a pu être étudiée, à cause de son peu d'abondance.

» La portion distillée, additionnée de carbonate de potasse, s'est divisée en deux couches. La supérieure, renfermant tous les produits de la distillation, a été desséchée sur le carbonate de potasse solide, puis sur la baryte anhydre, et enfin soumise à la distillation. L'ébullition commençait à 80 degrés. Par la distillation fractionnaire on a obtenu un premier liquide bouillant au-dessus de 100 degrés, qui était de l'alcool; le reste passait entre 105 et 160 degrés. Cette dernière portion présentait deux points d'arrêt, l'un vers 109 degrés et l'autre vers 130 degrés.

» A l'aide de nouvelles rectifications, j'ai pu me procurer deux produits bouillant, l'un entre 107 et 109 degrés, l'autre entre 129 et 132 degrés.

» Le premier a donné un iodure bouillant à 119-121 degrés. Examiné comparativement avec l'iodure butylique, il a présenté rigoureusement les mêmes réactions que ce dernier. La composition de cet alcool est la même

que celle de l'alcool butylique. En voici deux analyses en centièmes :

	I.	II.	Théorie.
C................	64,54	64,65	64,86
H................	13,20	13,37	13,51

» Le second corps fournit un iodure bouillant à 144-146 degrés. C'est de l'alcool amylique, comme le montrent ses réactions comparées à celles de ce dernier et sa composition :

		Théorie.
C..............	67,86	68,18
H..............	13,67	13,63

» L'essence, traitée par la potasse fondue, donne exactement les mêmes produits. J'ai pu constater, sur des produits obtenus par cette méthode, l'absence complète des alcools éthylique et propylique.

» La portion qui passait, après 135 degrés, en faible quantité, avait absolument l'odeur des résidus de distillation de l'alcool amylique et se comportait comme un mélange d'alcools. J'ai obtenu les mélanges des iodures et des acétates de ces alcools. Ces produits présentaient l'odeur des composés amyliques correspondants, mais bouillaient beaucoup plus haut. Pour les iodures, ce point d'ébullition allait jusqu'à 170 degrés, ce qui semblerait indiquer la présence d'un alcool supérieur.

» Il était difficile d'expliquer une divergence aussi considérable entre ces résultats et ceux de Gerhardt qui admet que ce qui passe à la distillation est un carbure d'hydrogène bouillant à 175 degrés. M. Cahours ayant bien voulu mettre à ma disposition du camomillène, qu'il avait recueilli dans la préparation de l'acide angélique employé à des expériences sur ce corps, je pus me convaincre que c'était un mélange d'alcools et d'une portion bouillant à 175-176 degrés. La présence des alcools avait échappé à Gerhardt, parce qu'il desséchait son produit sur du chlorure de calcium, qui, comme on le sait, se combine aux alcools. Quant à la portion bouillant à 175-176 degrés, elle est attaquée par la potasse alcoolique, en donnant un acide liquide huileux et de l'alcool butylique. J'ai obtenu ce camomillène en attaquant l'essence une seule fois par la potasse fondue en quantité insuffisante. Il est identique à celui de M. Cahours.

» Quant au mélange de sels de potasse qui reste en dissolution après la distillation des alcools, il donne par l'acide sulfurique une couche huileuse,

égale en poids à la moitié à peu près de l'essence. Cette couche se compose d'acides angélique et valérianique, très-difficiles à séparer l'un de l'autre, soit par refroidissement, soit par distillation. Le procédé qui m'a le mieux réussi consiste à éthérifier le mélange, puis à séparer les deux éthers. L'acide valérianique, qui est en proportion très-inférieure à l'acide angélique, m'a paru différer de l'acide ordinaire. Je poursuis l'examen de ses propriétés.

» Des faits qui précèdent, il résulte que l'essence de camomille romaine est un mélange de plusieurs éthers, parmi lesquels dominent les angélates et valérianates de butyle et d'amyle. Pour contrôler cette hypothèse, j'ai formé les angélates de butyle et d'amyle, et j'ai complété les preuves par l'analyse des différentes portions de l'essence.

» L'angélate de butyle bout à 177-179 degrés; son odeur rappelle celle de l'essence, mais n'est point identique.

» L'angélate d'amyle bout à 198-200 degrés, son odeur ressemble beauboup à celle du composé précédent.

» Quant aux analyses, elles confirment aussi ma supposition. Le camomillène donne à l'analyse les chiffres du valérianate de butyle. Gerhardt, dans trois analyses de l'essence qu'il a publiées, donne des chiffres de carbone et d'hydrogène qui sont plus forts que les miens. Ceci tient à ce que son produit n'était pas suffisamment purifié. Dans ce cas, en effet, j'ai obtenu des chiffres très-voisins des siens.

» J'ajouterai en outre que, comme les éthers, cette essence se combine aux chlorures métalliques.

» Ainsi composition, point d'ébullition, modes de décomposition, tout s'accorde pour faire considérer cette essence comme un mélange d'éthers, et non comme une aldéhyde.

» Ce travail a été exécuté à l'École Polytechnique, dans le laboratoire de M. Cahours. Je profite de cette occasion pour remercier ce savant des conseils dont il a bien voulu m'aider en maintes occasions durant son accomplissement. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Caractéristiques des alcools polyatomiques proprement dits.* Note de M. **Lorin.**

« 1. Quoique je n'aie pas isolé, à l'état de pureté, les combinaisons dites *oxalines,* formées par l'acide oxalique et les alcools polyatomiques proprement dits, et qu'il faille regarder les caractères physiques indiqués pour

l'oxaline glycérique comme provisoires, l'existence de cette nouvelle classe d'éthers se révèle d'une manière certaine, les produits de la réaction fournissant, avec excès d'eau et d'ammoniaque, un précipité d'oxamide.

» On met facilement en évidence cette propriété par l'expérience suivante : on introduit, dans un tube fermé par un bout, quelques grammes du mélange intime de l'alcool polyatomique et de l'acide oxalique ordinaire ou déshydraté; à l'aide d'une lampe à alcool on chauffe avec précaution pour éviter la décomposition de l'acide oxalique et la production d'une formine, au lieu d'une oxaline, ou celle au moins d'un mélange de ces deux éthers. Après refroidissement, on étend d'un peu d'eau pour tout dissoudre ; on ajoute une solution aqueuse d'ammoniaque ordinaire; on agite fortement le tube bouché en refroidissant le mélange au besoin : alors un louche apparaît immédiatement, et souvent le précipité d'oxamide. Ce précipité augmente en versant le tout dans un verre et agitant avec une baguette; il se rassemble et augmente encore par le temps et par le repos.

» Cette propriété a été vérifiée pour le glycol ordinaire, le glycol octylique, la glycérine, la mannite, la dulcite, l'érythrite et la quercite; elle doit appartenir à la pinite. Le sucre, le glucose et le sucre de lait ne l'offrent pas. Les alcools mono-atomiques ne donnent, en général, qu'un louche dans les conditions indiquées, à moins qu'on n'exagère l'expérience. De là cette conclusion, que la propriété de produire de l'oxamide peut servir pour reconnaître et pour définir *la fonction chimique d'un alcool, quelle que soit d'ailleurs son atomicité*.

» 2. Cette nouvelle caractéristique n'est pas corrélative d'une autre, qui a été indiquée dans une Note préliminaire relative à l'éthérification (1).

» Les alcools polyatomiques proprement dits décomposent, au-dessus de 100 degrés, l'acide oxalique ordinaire en eau, en acide carbonique et en acide formique. Ils se combinent successivement avee une partie de l'acide formique et donnent lieu finalement, d'une part, à une *formine* de l'alcool employé et, d'autre part, à de l'acide formique aqueux, qui atteint et conserve la limite normale de 56 pour 100 en acide formique vrai, comme l'indique l'équivalence $C^4H^2O^8, 4HO = C^2O^4 + C^2H^2O^4, 4HO$.

» 3. L'oxamide découvert par M. Dumas, qui en a signalé les propriétés et fixé la fonction chimique, caractérise les éthers oxaliques neutres. En traitant l'oxalate d'allyle par l'ammoniaque, MM. Cahours et Hofmann ont reproduit l'oxamide et préparé l'alcool allylique pour la première

(1) *Bulletin de la Société chimique*, t. II, p. 367 ; 1870.

fois. M. Wurtz, en faisant réagir le bibromure d'éthylène et l'oxalate d'argent, a pensé avoir obtenu du glycol oxalique. Par une expérience très-simple, j'indique la combinaison directe de l'acide oxalique et d'un alcool polyatomique proprement dit, fait général qui est un point capital pour l'éthérification de cet acide par l'un de ces alcools.

» Ces recherches ont été effectuées au laboratoire de l'École centrale. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Des variations dans la quantité d'urée excrétée avec une alimentation normale et sous l'influence du thé et du café.* Note de M. **E. Roux**, présentée par M. Pasteur.

« Il est généralement admis aujourd'hui que l'urée, excrétée chaque jour par un homme en bonne santé, provient en partie de la combustion de ses organes, en partie de la transformation des aliments ingérés. S'il en est ainsi, avec un régime, une alimentation et un travail réguliers, les quantités d'urée devront être à peu près constantes pendant un temps assez long.

» Dès lors, il suffira d'introduire dans ce régime telle ou telle substance pour pouvoir étudier son influence sur la nutrition produite par les aliments ou la dénutrition subie par les tissus. Cette influence sera facile à démêler avec des substances qui, comme le thé et le café, n'ont besoin que d'être prises en petite quantité pour produire sur l'organisme des effets sensibles.

» Le thé et le café sont considérés depuis longtemps, à la suite d'expériences faites dans des conditions voisines de celles que je viens d'indiquer, comme des substances empêchant la dénutrition des tissus, ou provoquant au moins une assimilation plus complète des aliments ingérés, et l'on a tiré cette conclusion de ce qu'elles diminuaient la quantité d'urée excrétée journellement.

» Mes expériences me conduisent à une conclusion tout opposée.

» Pour les rendre aussi nettes que possible, je me suis astreint, pendant cinq mois, du 22 mars au 22 juillet, à un régime régulier comme exercice, travail et nourriture. Je recueillais mes urines à de certaines époques, pendant un certain nombre de jours et à des heures déterminées, et je faisais leur analyse journalière. Lorsque j'obtenais des résultats constants, ce qui était le cas ordinaire, je prenais du thé ou du café vert ou torréfié et j'étudiais les variations de la quantité des matières éliminées. Je supprimais ensuite l'usage de ces substances pour voir si je revenais à la moyenne normale et physiologique.

» Pendant ce long intervalle, la quantité d'urée éliminée chaque jour a très-peu varié. De 33 grammes en moyenne, en mars et avril, elle est montée assez brusquement à 36 grammes à l'époque des premiers beaux jours, au printemps; depuis, elle s'est abaissée lentement, mais d'une manière continue, pour revenir en juillet au chiffre de 33 grammes. Les variations physiologiques les plus extrêmes, pendant une période assez longue, de quinze jours par exemple, n'ont été que rarement de 5 pour 100, presque toujours elles ne dépassaient pas 2 pour 100.

» Je me suis d'abord assuré que, contrairement à l'opinion admise et aux expériences de Lehmann et de M. A. Becquerel, mais conformément à celles de M. Lecanu, la quantité d'eau ingérée n'amenait aucune augmentation dans le chiffre de l'urée. Dans une de mes expériences, le chiffre de l'urine émise a pu varier de 944 centimètres cubes à 2515 centimètres cubes, sans que le chiffre de l'urée ait varié sensiblement (32,05, 31,33).

» Dès lors, l'augmentation de liquide produite par l'ingestion du café, et surtout du thé, peut-être considérée comme sans influence.

» Ces deux substances ont toujours produit, chez moi, une augmentation dans la quantité d'urée et de chlorure de sodium rejetés par les urines.

» Voici quelques nombres que j'extrais de mon Mémoire et qui se rapportent à ces deux substances :

	Urée par jour.	Chlore.
Du 14 au 18 mai, sans café	36gr,18	4gr,04
Le 18 mai, avec café	41,05	6,02
Du 16 au 18 juin, sans thé	33,76	5,15
Le 18 juin, avec thé	37,04	7,00

» L'augmentation le jour où l'on prend du café est très-considérable. Il est remarquable qu'elle ne dure pas. En continuant l'ingestion de cette substance, sans rien changer d'ailleurs aux autres conditions, le chiffre revient peu à peu au chiffre normal. C'est ainsi, par exemple, que la moyenne du 25 au 29 mai étant de 35gr,07 par jour, pendant les quatre jours suivants, où j'ai pris du café deux fois par jour, les chiffres ont été successivement de 39gr,4, 39 grammes, 36 grammes, 35gr,07.

» Mais dans aucune de mes expériences il n'est descendu, comme dans celles de M. Rabuteau et autres expérimentateurs, au-dessous de la moyenne normale.

» Il en résulte donc que, pour moi au moins, le café et le thé n'empêchent pas la dénutrition des tissus. Comment expliquer maintenant que

leur effet semble diminuer au fur et à mesure de leur usage? La première action est-elle d'activer l'élimination de l'urée formée dans les tissus par des phénomènes antérieurs, et, une fois ce lavage intérieur terminé, le régime normal se rétablirait-il malgré le thé et le café? ou bien faut-il voir dans ce phénomène un résultat de l'habitude prise par l'organisme? C'est ce que les expériences ci-dessus n'indiquent pas, et ce que je me propose de chercher.

» Ces expériences ont été faites au laboratoire de Chimie de la Faculté des Sciences de Clermont. »

PHYSIOLOGIE. — *De l'uniformité du travail du cœur, lorsque cet organe n'est soumis à aucune influence nerveuse extérieure.* Note de M. **Marey.**

« Dans la séance du 15 juillet 1861, j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie un travail où je signalais l'influence de la pression du sang sur la fréquence des battements du cœur. La loi qui règle cette relation était ainsi formulée :

» *Toutes choses égales du côté de l'innervation et de la force du cœur, la fréquence des battements de cet organe est en raison inverse de la pression du sang artériel.*

» Pour bien saisir cette relation, il faut examiner d'abord comment s'engendre la pression du sang dans les artères. Poussé par le cœur dans le système artériel, le sang s'y accumule d'autant plus qu'il éprouve plus de résistance à traverser les petits vaisseaux et les capillaires pour passer dans le système veineux. La pression du sang dans les artères a donc deux facteurs : d'une part le travail du cœur qui pousse le sang dans ces vaisseaux, d'autre part la résistance qui s'oppose à sa sortie. Ces deux facteurs peuvent agir indépendamment l'un de l'autre.

» Supposons que rien ne vienne modifier les résistances au cours du sang dans les petits vaisseaux : la pression artérielle s'élèvera si le cœur travaille avec plus d'énergie, s'abaissera si l'impulsion du cœur devient plus faible. On sait, en physiologie expérimentale, réaliser ces conditions : lorsqu'on coupe le nerf pneumogastrique, le cœur accélère ses battements et la pression artérielle s'élève ; lorsqu'on galvanise ce même nerf, les battements se ralentissent, s'arrêtent même, et la pression s'abaisse.

» Supposons, au contraire, que le cœur ne subisse aucune influence qui modifie directement son action : on pourra faire baisser la pression du sang en facilitant la sortie de ce liquide, en provoquant, par exemple, une

hémorrhagie artérielle; inversement, on élèvera la pression en gênant l'écoulement du sang par la compression de l'aorte ou de quelque grosse artère. Dans les conditions physiologiques, des influences analogues se produisent à chaque instant : toutes les actions des nerfs sympathiques ou spinaux sur le système vasculaire, qui ont été révélées par M. Cl. Bernard, agissent sur la pression artérielle en faisant varier la résistance au cours du sang.

» Je ne parlerai pas ici des autres influences qui peuvent agir en certains cas, telles que l'afflux plus ou moins abondant du sang qui revient au cœur gauche par les voies pulmonaires, les qualités de ce sang, etc. : ce serait compliquer inutilement la question.

» La relation que j'ai voulu établir ne s'applique qu'au cas où la pression artérielle est modifiée par une cause qui agit sur le facteur résistance. Elle montre que, pareil aux moteurs mécaniques qui ne peuvent produire qu'une certaine somme de travail en un temps donné, le cœur, qui jamais ne se repose, exécute un travail sensiblement uniforme; que ses battements sont rares lorsque chacun d'eux doit surmonter une résistance considérable; qu'ils sont fréquents, au contraire, quand cette résistance diminue. Or la résistance à l'effort du cœur n'est autre que la pression du sang déjà contenu dans les artères.

» Les faits sur lesquels j'ai appuyé cette théorie sont nombreux. L'influence de la saignée, celle de la taille du sujet, de l'attitude du corps ou des membres, de la compression de l'aorte ou des artères, l'action de la chaleur ou du froid sur les petits vaisseaux, l'influence des nerfs vaso-moteurs, celle de l'activité musculaire, celle des poisons qui agissent sur la circulation vasculaire, tout concordait pour établir ce fait, que le cœur, lorsqu'il n'est pas soumis directement à une action nerveuse, règle la fréquence de ses battements sur les résistances qu'il éprouve.

» Depuis douze ans, je n'ai perdu aucune occasion de vérifier l'exactitude de cette loi; quelques exceptions apparentes n'ont pas tenu devant un examen plus sérieux (1). Beaucoup de physiologistes, du reste, ont vérifié mes expériences et en admettent les conclusions.

» Mais, en 1867, un élève du professeur Ludwig, de Leipzig, M. E. Cyon, découvrit la fonction d'un nerf du cœur, qu'il nomme nerf *dépresseur*, et

---

(1) Lorsque l'on comprime l'aorte à son origine, on voit le cœur animé de mouvements d'une grande fréquence; mais ces convulsions sont inefficaces à produire un travail utile : ce ne sont pas de vraies systoles.

dont l'excitation produit, à titre de phénomène réflexe, un ralentissement des battements du cœur avec un abaissement de la pression du sang dans les artères. Du moment où il est prouvé que la pression du sang dans les artères est le produit de deux facteurs, le travail du cœur et la résistance des petits vaisseaux, on doit s'attendre à voir se produire des relations inverses entre la fréquence des battements du cœur et la pression artérielle, suivant que la cause perturbatrice aura porté sur le cœur ou sur les vaisseaux. Si le cœur seul est influencé, on aura les relations suivantes : *battements du cœur fréquents*, *pression artérielle forte*, *battements rares*, *pression faible*. Si l'influence a porté sur les petits vaisseaux, le rapport sera inverse et l'on aura : *pression artérielle forte*, *battements du cœur rares; pression faible*, *battements fréquents*.

» L'expérience de M. Cyon se rattacherait donc aux cas dans lesquels le cœur a été impressionné par le système nerveux. L'excitation du bout central du nerf dépresseur aurait produit une action réflexe du pneumogastrique, dont le rôle est en effet de ralentir les battements du cœur et de faire baisser la pression artérielle consécutivement.

» En pratiquant moi-même l'excitation du nerf de Cyon, j'ai recueilli un tracé qui montrait que le premier effet de cette excitation est de diminuer la fréquence des battements du cœur.

» Certains faits, toutefois, semblent être en contradiction avec la théorie que je défends; les voici :

» M. Cyon, opérant sur trois lapins, essaya de détruire tous les nerfs qui rampent le long des vaisseaux, et, tout en respectant l'intégrité de ceux-ci, d'isoler le cœur de toute influence nerveuse extérieure. Le nerf dépresseur, excité dans ces conditions, continua à ralentir les battements du cœur.

» Or, sur un de ses lapins, M. Cyon constata lui-même que tous les nerfs n'avaient pas été détruits. Ce fait n'étonnera pas ceux qui connaissent la difficulté d'une pareille expérience; j'incline, pour mon compte, à supposer que, chez les deux autres lapins, quelques filets nerveux du pneumogastrique ont pu échapper au scalpel.

» En somme, il s'agit de savoir si un cœur vivant, entièrement soustrait aux influences nerveuses qui lui pourraient venir du dehors, accélère ou ralentit ses battements lorsqu'on fait varier la pression artérielle.

» M. le professeur Ludwig a montré qu'on peut détacher le cœur d'une grenouille, et, en faisant arriver du sérum à son intérieur, entretenir pendant longtemps les mouvements de cet organe ; plusieurs de ses élèves,

MM. Bowditch, Coats et Cyon, ont fait agir ainsi des cœurs de grenouilles sur des manomètres qui mesuraient l'énergie de leurs mouvements. Il m'a paru qu'un cœur ainsi détaché de l'animal pouvait seul être à l'abri de tout soupçon d'influence nerveuse extérieure, et devait parfaitement se prêter à la vérification que je me proposais.

» J'enlevai le cœur d'une tortue terrestre et je lui adaptai un appareil circulatoire artificiel, formé de tubes de caoutchouc dans lesquels circulait du sang de veau fraîchement recueilli. D'un réservoir légèrement élevé, ce sang était amené par un syphon dans les veines et les oreillettes; passant des ventricules aux artères, le sang était chassé dans des tubes élastiques, munis d'ajutages étroits, qui le versaient de nouveau dans le réservoir. Ces derniers tubes représentaient les artères et les petits vaisseaux; on pouvait leur appliquer différents appareils enregistreurs et étudier tous les phénomènes physiques de cette circulation, tels que la vitesse du sang, sa pression, et les pulsations avec leur force et leur fréquence.

» Malgré une température élevée, cette circulation se maintint pendant plus de cinq heures et je pus répéter un grand nombre de fois l'expérience suivante:

» Toutes les fois qu'en rétrécissant l'orifice d'écoulement du sang artériel, ou qu'en élevant cet orifice plus ou moins haut, je faisais monter la pression du sang dans l'artère, je voyais les mouvements du cœur se ralentir. Toutes les fois, au contraire, que par des influences inverses je faisais baisser la pression du sang artériel, je voyais les battements du cœur s'accélérer.

» On peut donc affirmer qu'en l'absence de toute communication avec les centres nerveux, le cœur bat d'autant plus vite qu'il dépense moins de travail à chacun de ses battements (1). »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les effets produits par la foudre, à Troyes, le 26 juillet 1873; observations de nombreux globes de feu.* Note de M. E. PARENT.

« Le samedi 26 juillet, à 9 heures du soir, pendant un violent orage, la foudre est tombée à Troyes (Aube), sur un quartier central de la ville, avec un fracas épouvantable, ressemblant à la décharge simultanée de plusieurs

(1) Cette expérience a été répétée, lundi dernier, dans la salle qui précède celle des séances; un grand nombre de Membres de l'Académie ont pu en constater les résultats.

pièces d'artillerie. Je me propose de relater ici quelques faits que j'ai vus, ou que je tiens de personnes atteintes :

» Rue de la Monnaie, n° 37, une jeune fille, qui était sur le pas de sa porte, a vu tomber devant elle un globe de feu, de la grosseur d'une orange, qui a roulé dans la rue et a disparu. Cette jeune fille a éprouvé une forte commotion, suivie d'un tremblement qui ne l'a quittée que le lendemain ; les épingles qui retenaient ses cheveux ont été jetées à terre, et les pièces métalliques qui entraient dans la confection de ses habits ont été violemment arrachées. Le père de cette jeune fille, qui était près de la fenêtre d'une maison voisine, appuyé sur les barreaux de cette fenêtre, a été comme paralysé pendant quelques instants; il lui a fallu plusieurs jours pour se remettre.

» Au n° 24 de la même rue, dans la maison dite de l'*Élection*, la foudre est tombée sur une tourelle située derrière la maison; elle a percé d'un seul trou la girouette, est descendue le long de la toiture, en suivant un angle garni de zinc, a pénétré dans la tour au-dessous du toit, en descellant les poutres qui soutiennent la charpente et renversant un panneau de 2 mètres de hauteur sur $0^{m},70$ de largeur. Elle a pénétré ensuite dans un étage inférieur, a renversé un autre panneau pour sortir, et entrer dans un grenier contigu, enlevant sur son passage les ardoises de la toiture. Elle a parcouru ce grenier dans sa longueur, est sortie par une fenêtre, est descendue le long de la gouttière, qu'elle a suivie jusqu'à la hauteur du premier étage, où elle a rencontré un coude qu'elle a brisé aux deux angles. Un courant d'électricité a pris ensuite la marquise en zinc de la maison voisine. Il a suivi cette marquise jusqu'à l'encoignure de la maison, où il a rencontré une plaque de zinc qu'il a descellée à moitié et tordue, au-dessous de laquelle il a fait un trou dans la muraille, et s'est répandu dans l'appartement qui est un magasin de poêlier. Dans ce magasin, certains dessins qui ornent le couvercle des poêles sont reproduits sur le plafond, avec une netteté digne du meilleur appareil photographique. Le fil de fer d'une sonnette a été fondu et a laissé sa trace sur le plafond. Deux baguettes de bois, dorées, devant servir d'encadrement, enveloppées dans du papier, ont été agrémentées de dessins variés. Il n'y a pas eu de dégâts matériels. Les propriétaires du magasin ont vu un globe de feu venir vers eux, à une courte distance, et retourner dans le magasin, où il a disparu. Le fluide a aplati le tuyau du gaz, près du compteur qui est posé à terre; il a encore laissé des traces indubitables de son passage sur le vitrage de la cour de cette maison.

» Au n° 16 de la même rue, deux jeunes gens qui étaient sur le pas de la porte ont été violemment repoussés, à environ 2 mètres en arrière; ils ont éprouvé une forte commotion, qui les a fait ployer sur les jarrets, et une suffocation passagère, avec perte de la vue pendant quelques secondes. Vis-à-vis du n° 14, à la hauteur du premier étage, la foudre a éclaté comme une bombe, lançant partout une pluie de feu.

» Dans la rue Juvénal-des-Ursins, qui débouche en face le n° 22 de la rue de la Monnaie, à une distance de 15 mètres environ, des fragments de diverses natures ont été lancés sur les glaces de la pharmacie Ray. Des corps *incandescents* ont été projetés et roulés au loin dans la rue, où M. Jules Ray, conservateur du Musée, a pu les recueillir. L'un de ces corps paraît être de la pierre calcinée : il est d'une légèreté surprenante vu son volume ; certains endroits sont d'un gris sale, avec de petits points noirs; d'autres, d'une couleur rougeâtre, à reflets brillants. Les autres corps sont d'une nature toute différente ; ils ont l'aspect d'une

pierre météorique sans croûte, mais ils s'en éloignent beaucoup et par le poids et par la nature. Il y aurait là l'objet d'une étude intéressante.

» Tous ces faits se sont produits simultanément, et divers quartiers ont été visités par la foudre. Le ciel était en feu et une épaisse fumée remplissait les rues; cette fumée ne sentait nullement le soufre. La multitude des globes de feu éclatant à la fois, dans des quartiers éloignés les uns des autres, rend surtout intéressante cette décharge d'électricité. »

A 5 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures un quart. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 28 juillet 1873, les ouvrages dont les titres suivent :

Inventaire analytique et descriptif des manuscrits de la Bibliothèque de Poitiers; par M. P. DE FLEURY. Poitiers, A. Dupré, 1868; br. in-8°. (Présenté par M. Ch. Sainte-Claire Deville.)

Note sur les météores d'origine cosmique à propos de l'aérolithe tombé près de Lancé (Loir-et-Cher), le 23 juillet 1872; par M. P. DE FLEURY; 2e édition. Blois, P. Dufresne, 1872; br. in-18. (Présenté par M. Ch. Sainte-Claire Deville.)

Note sur la trombe des Hayes, qui a traversé le Vendômois le 3 octobre 1871; par M. NOUEL. Vendôme, Lemercier et fils, 1872; br. in-8°.

Notice sur le bolide du 23 juillet 1872, qui a projeté des météorites dans le canton de Saint-Amand, arrondissement de Vendôme, département de Loir-et-Cher; par M. NOUEL. Vendôme, Lemercier et fils, 1873; br. in-8°.

Les plantes de la guerre, Note sur les plantes étrangères observées aux environs de Vendôme à la suite de la guerre de 1870-1871; par M. E. NOUEL. Vendôme, Lemercier et fils, 1873; br. in-8°.

(Ces trois derniers ouvrages sont extraits du *Bulletin de la Société archéologique, littéraire et scientifique du Vendômois.*)

Musci Galliæ. Herbier des mousses de France; fascicule VII (n°s 351-400), publié par M. T. HUSNOT. Cahan, 1873; in-4°.

Du roulis par calme. Amplitude des oscillations successives; par Ch. ANTOINE. Brest, 1873; in-fol. autographié.

Mémoires de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux; t. IX, 1er cahier. Paris, J.-B. Baillière; Bordeaux, Chaumas-Gayet, 1873; 1 vol. in-8°.

Examen de la loi du 30 *juin* 1838 *sur les aliénés par la Société médico-pratique de Paris. Rapport fait au nom de la Commission par* le Dr COLLINEAU. Paris, Malteste et Cie, 1870; br. in-8°.

Traité d'Optique physique; par M. F. BILLET. Paris, Mallet-Bachelier, 1858-1859; 2 vol. in-8°, avec planches.

Du typhus. Réflexions critiques sur le principe contagieux et sa cause, suivies d'une étude sur la constitution médicale épidémique de Versailles pendant l'hiver 1872-1873; *par* M. Th. GALICIER. Paris, Ad. Delahaye, 1873; br. in-8°. (Extrait de la *France médicale,* année 1873.)

Étude analytique de la développable circonscrite à deux surfaces du second ordre; par M. PAINVIN. Lille, imp. L. Danel, 1873; 1 vol. in-8°.

Détermination des éléments de l'arête de rebroussement d'une surface développable définie par les équations tangentielles; par M. L. PAINVIN. Paris, Gauthier-Villars, sans date; in-4°. (Mémoire présenté à l'Académie des Sciences dans la séance du 18 juillet 1870.)

Courbure d'une courbe plane donnée par son équation tangentielle; par M. L. PAINVIN. Paris, imp. Gauthier-Villars, sans date; br. in-8°. (Extrait du *Bulletin des Sciences mathématiques et astronomiques.*)

Étude analytique de la développable circonscrite à deux surfaces du second ordre; par M. L. PAINVIN. Lille, imp. L. Danel, sans date; br. in-8°. (Extrait des *Mémoires de la Société des Sciences, de l'Agriculture et des Arts de Lille.*) (Tous ces ouvrages de M. Painvin sont présentés par M. Chasles.)

Bulletin des Sciences mathématiques et astronomiques, rédigé par MM. G. DARBOUX et J. HOÜEL; t. IV, avril-mai-juin 1873; t. V, juillet et août 1873. Paris, Gautier-Villars, 1873; 5 n^os in-8°. (Présenté par M. Chasles.)

Bulletin de la Société mathématique de France; t. I, n° 3. Paris, au siége de la Société, 1873; in-8°. (Présenté par M. Chasles.)

Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche;

pubblicato da B. BONCOMPAGNI; t. V, settembre-ottobre-novembre 1872. Roma, 1872; 3 br. in-4°. (Présenté par M. Chasles.)

Interpretazione geometrica di formole essenziali alle scienze dell' estensione, del moto e delle forze, Memoria del prof. D. CHELINI. Bologna, tipi Gamberini e Parmeggiani, 1873; in-4°.

Atti dell' Accademia pontificia de' Nuovi Lincei, compilati dal Segretario; anno XXVI, sessione V del 27 aprile 1873. Roma, tip. delle Scienze matematiche e fisiche, 1873; in-4°.

Monografie degli Istituti di previdenza di cooperazione e di credito della Industria e del Commercio, per cura del prof. A. ERRERA. Venezia, stabilimento Antonelli, 1870; in-4°.

Sulla cura della difteridite, Lettera del D.-S. CADET al D.-L. ATTILIA. Tip. Cenniniana nelle Murate; br. in-8°. (Estratto dallo *Sperimentale.*)

Embriogenia degli organi elettrici delle torpedini e digli organi pseudo-elettrici delle raie, Memoria premiata del D.-L. DE SANCTIS. Napoli, stamp. del Fibreno, 1872; in-4°.

E. DIAMILLA-MULLER. *Letture scientifiche per il popolo italiano;* Lettura X : *La bussola in mare.* Milano, Dumolard; Parigi, Gauthier-Villars, 1873; br. in-12.

Manuale di Medicina teorico-pratica, compilato sugli autori più recenti; dal D.-A. MURINO. Roma, tip. romana, 1873; in-8°.

Cloro liquido. Combustione dell' ossigeno nell' idrogeno. Condensatore, Note del D.-P. PALMERI di Livorno. Napoli, tip. Perrotti, 1868; br. in-8°.

Atti del reale Istituto veneto di Scienze, Lettere ed Arti; t. II, serie quarta, dispensa quinta-sesta. Venezia, tip. Grimaldo, 1872-1873; 2 br. in-8°.

O Instituto, Revista scientifica e litteraria; XVII anno, maio de 1873, segunda serie, n° 1. Coïmbra, imp. da Universidade, 1873; in-8°.

La vita e i tempi di Daniele Manin, Narrazione dei prof. A. ERRERA e Av. CESARE FINZI, corredata dai documenti inediti depositati nel Museo correr dal generale G. MANIN, 1804-1848. Venezia, tip. Antonelli, 1872; in-8°.

Exposizione universale di Vienna (1873) (*gruppi XVI e XVII*) : *L'Italia industriale. Studi del prof.* A. ERRERA, *con particolare riguardo all' Adriatico superiore* (*regno d'Italia e impero austro-ungarico*). Roma-Torino-Firenze, 1873; in-8°.

Exposizione universale di Vienna (1873) (*gruppi XVI e XVII*): *Saggio di*

Statistica internazionale marittima. Comparata a cura del prof. A. ERRERA, *con particolare riguardo all' Adriatico superiore (regno d'Italia e impero austro-ungarico).* Roma-Torino-Firenze, 1873; br. in-8°.

Army medical department Reports for the year 1871 ; vol. XIII. London, Harrison and Sons, 1873; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

Memoirs of the geological survey of India; vol. VIII-IX. Calcutta, printed for the government of India, 1872; 2 vol. grand in-8°, en 4 liv., avec figures et planches.

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PAR L'ACADÉMIE PENDANT LE MOIS DE JUILLET 1873.

Annales de Chimie et de Physique; août 1873; in-8°.

Annales de l'Agriculture française; juillet 1873; in-8°.

Annales du Génie civil; juillet 1873; in-8°.

Annales industrielles; n°s 27 à 31, 1873; in-4°.

Association Scientifique de France; Bulletin hebdomadaire, n^os^ des 6, 13, 20, 27 juillet 1873; in-8°.

Bulletin des séances de la Société entomologique de France; n°s 6, 7, 1873; in-8°.

Bibliothèque universelle et Revue suisse; n° 187, 1873; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine de Belgique; n° 5, 1873; in-8°.

Bulletin de la Société Botanique de France; Comptes rendus, n° 4, 1873; in-8°.

Bulletin de la Société académique d'Agriculture, Belles-Lettres, Sciences et Arts de Poitiers; n°s 171 à 176, 1873; in-8°.

Bulletin de la Société centrale d'Agriculture de France; n° 7, 1873; in-8°.

Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale; juillet 1873; in-4°.

Bulletin de la Société française de Photographie; n°s 6, 7, 1873; in-8°.

Bulletin général de Thérapeutique; n^os^ des 15 et 30 juillet 1873; in-8°.

Bulletin international de l'Observatoire de Paris, n^os^ des 14, 16, 19 à 23, 25 à 30 juin; des 2 à 26 juillet 1873; in-4°.

Bulletin mensuel de la Société des Agriculteurs de France; n° 7, 1873; in-8°.

Bullettino meteorologico dell' Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto, n° 3, 1873; in-4°.

Bullettino meteorologico del R. Osservatorio del Collegio romano; n° 6, 1873; in-4°.

Catalogue des Brevets d'invention; n°s 9 à 11, 1872; in-8°.

Chronique de l'Industrie; n°s 74 à 78, 1873; in-4°.

Gazette de Joulin, n°s 19, 1873; in-8°.

Gazette des Hôpitaux; n°s 76 à 90, 1873; in-4°.

Gazette médicale de Paris; n°s 27 à 31, 1873; in-4°.

Gazette médicale de Bordeaux; n° 13, 14, 1873; in-8°.

Il Nuovo Cimento... *Journal de Physique, de Chimie et d'Histoire naturelle;* avril, mai, juin, 1873; in-8°.

Iron, n°s 25 à 29, 1873; in-folio.

Journal de la Société centrale d'Horticulture; juin 1873; in-8°.

Journal de Médecine vétérinaire militaire; mai 1873; in-8°.

Journal d'Agriculture pratique; n°s 27 à 31, 1873; in-8°.

Journal de l'Agriculture; n°s 221 à 225, 1873; in-8°.

Journal de l'Éclairage au Gaz; n°s 13, 14, 1873; in-4°.

Journal de Mathématiques pures et appliquées; juillet et août 1873; in-4°.

Journal de Pharmacie et de Chimie; juillet 1873; in-8°.

Journal des Connaissances médicales et pharmaceutiques; 15 et 30 juillet 1873; in-8°.

Journal des Fabricants de Sucre; n°s 12 à 16, 1873; in-folio.

Journal de Physique théorique et appliquée; juillet 1873; in-8°.

Journal médical de la Mayenne; n° 4, 1873; in-8°.

La Nature; n°s 5 à 9, 1873; grand in-8°.

La Revue scientifique; n°s 1 à 5, 1873; in-4°.

L'Abeille médicale; n°s 27 à 31, 1873; in-4°.

L'Aéronaute; juin 1873; in-8°.

L'Art dentaire; juillet 1873; in-8°.

L'Art médical; juillet 1873; in-8°.

La Tribune médicale; n°s 255 à 258, 1873; in-8°.

Le Gaz; n° 1, 17e année, 1873; in-4°.

Le Messager agricole; n° 6, 1873; in-8°.

Le Moniteur de la Photographie; n°s 14, 15, 1873; in-4°.

Le Moniteur scientifique-Quesneville; juillet 1873; gr. in-8°.

Les Mondes; n°s 10 à 14, 1873; in-8°.

Le Rucher du sud-ouest; n°s 1 à 4, 1873; in-8°.

Magasin pittoresque; juillet 1873; in-4°.

Marseille médical; n° 7, 1873; in-8°.

Monthly... *Notices mensuelles de la Société royale d'Astronomie de Londres;* juin 1873; in-8°.

Memorie della Società degli Spettroscopisti italiani; avril 1873; in-4°.

Monatsbericht der Königlich preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin; février 1873; in-8°.

Nachrichten.... *Nouvelles de l'Université de Gœttingue;* n°s 10 à 17, 1873; in-12.

Nouvelles Annales de Mathématiques; juillet 1873; in-8°.

Revue d'Artillerie; juillet 1873; in-8°.

Répertoire de Pharmacie; n°s 13 et 14, 1873; in-8°.

Revue bibliographique universelle; juillet 1873; in-8°.

Revue des Eaux et Forêts; juillet 1873; in-8°.

Revue de Thérapeutique médico-chirurgicale; n°s 13 à 15, 1873; in-8°.

Revue hebdomadaire de Chimie scientifique et industrielle; n°s 25-27, 1873; in-8°.

Revue maritime et coloniale; juillet 1873; in-8°.

Revue médicale de Toulouse; juillet 1873; in-8°.

Revue agricole et horticole du Gers; juin 1873; in-8°.

Rendiconto della R. Accademia delle Scienze fisiche e matematiche; Napoli, n° 6, 1873; in-4°.

Recueil de Médecine vétérinaire militaire; n° 5, 1873; in-8°.

Société d'Encouragement. Comptes rendus des séances; n°s 12, 1873; in-8°.

Société des Ingénieurs civils; feuille 13, 1873; in-4°.

The Canadien patent office record; n° 3, 1873; in-4°.

The Food Journal; n° 42, 1873; in-8°.

ERRATA.

(Séance du 28 juillet 1873.)

Page 234, ligne 13, *au lieu de* approuvée, *lisez* approuvé.

» ligne 21, *au lieu de* 1869, *lisez* 1859.

Page 235, dernière ligne, *au lieu de* 1870, *lisez* 1872.

Page 237, 7e ligne en remontant, *au lieu de* relation, *lisez* rotation.

Observations météorologiq. faites a l'Observatoire de Montsouris. — Juillet 1873.

Dates.	Hauteur du baromètre à midi.	Thermomètres du jardin. Minima.	Thermomètres du jardin. Maxima.	Thermomètres du jardin. Moyennes.	Thermomètres de la terrasse (1). Minima.	Thermomètres de la terrasse (1). Maxima.	Thermomètres de la terrasse (1). Moyennes.	Excès sur la moyenne normale de chaque jour.	Température moyenne du sol à 0m,02.	Température moyenne du sol à 0m,10.	Température moyenne du sol à 0m,30.	Température moyenne du sol à 1m,00.	Thermomètres conjugués dans le vide (T' − t).	Tension de la vapeur (moyenne du jour).	État hygrométrique (moyenne du jour).	Électricité atmosphérique.	Ozone.
1	756,4	13,4	20,6	16,2	13,9	20,7	17,3	−0,2	18,7	18,1	19,7	17,4	5,8	10,28	77	»	9,0
2	758,5	10,9	22,7	15,4	12,1	21,9	17,0	−0,3	17,9	18,6	18,8	17,5	7,0	10,42	75	»	6,5
3	755,5	10,3	25,6	17,7	11,7	26,2	19,0	1,2	20,6	20,2	19,0	17,6	11,4	11,53	70	»	2,5
4	752,3	16,0	22,1	18,6	16,9	22,6	19,8	1,4	18,6	19,6	19,4	17,5	9,7	9,69	64	»	8,0
5	753,5	11,3	24,5	17,9	12,9	24,5	18,7	0,0	19,6	19,4	19,0	17,6	8,8	11,91	69	»	6,0
6	754,5	15,3	26,8	21,1	16,1	25,9	21,0	2,2	21,9	21,3	19,9	17,6	10,1	11,70	66	»	6,0
7	757,9	14,4	28,4	21,4	15,1	28,0	21,6	2,8	23,0	22,0	20,5	17,8	12,7	12,02	63	»	3,0
8	757,2	16,6	31,3	24,0	17,8	30,1	24,0	5,7	24,2	23,1	21,5	18,0	10,4	12,26	58	»	1,5
9	759,6	14,4	23,1	18,8	15,0	23,6	19,3	0,8	20,9	21,1	21,3	18,2	7,7	12,38	74	»	2,5
10	755,5	15,5	27,2	21,4	16,4	26,4	21,4	2,8	24,9	22,3	21,2	18,4	7,0	12,53	66	»	4,5
11	752,6	16,1	24,8	20,5	16,3	24,7	20,5	0,9	21,1	21,4	21,4	18,6	9,7	11,45	72	»	6,0
12	751,6	13,0	22,0	17,5	13,3	21,9	17,5	−1,9	17,9	19,6	20,5	18,7	6,0	10,16	74	»	6,5
13	750,2	10,9	23,6	17,3	11,4	23,8	17,6	−2,0	18,4	19,2	19,7	18,7	11,8	9,49	62	»	9,0
14	751,9	11,4	21,2	16,3	12,5	21,0	16,8	−3,1	17,4	18,5	19,3	18,6	10,5	9,49	71	»	10,0
15	753,6	10,4	18,9	14,7	11,0	19,4	15,2	−4,5	14,7	16,5	18,2	18,5	10,4	10,01	79	»	9,0
16	759,6	11,0	23,0	17,0	11,5	22,6	17,1	−2,5	18,8	18,5	18,2	18,4	13,5	8,95	63	»	10,5
17	761,2	13,5	26,0	19,8	14,2	26,2	20,2	0,7	20,2	19,9	19,0	18,2	9,2	12,82	74	»	5,5
18	756,2	15,2	26,5	20,9	15,5	26,0	20,8	1,4	20,3	20,7	19,8	18,2	9,4	11,50	74	»	6,0
19	761,1	11,4	21,8	16,6	12,1	21,0	16,5	−2,8	19,3	19,8	19,8	18,3	9,8	8,42	62	»	6,5
20	761,4	10,5	26,6	18,6	11,8	25,5	18,7	−0,2	21,3	20,6	19,8	18,4	12,2	9,62	62	»	4,0
21	759,1	14,1	30,3	22,2	16,0	29,7	22,9	4,3	23,9	22,4	20,7	18,5	12,6	12,31	58	»	4,0
22	755,8	17,9	34,6	26,3	18,8	33,4	26,1	7,4	26,5	24,6	22,1	18,6	12,4	14,24	59	»	3,0
23	755,7	17,6	28,1	22,9	18,8	27,6	23,2	4,2	23,1	23,7	22,5	18,9	7,8	13,79	73	»	4,0
24	757,6	13,1	25,8	19,5	13,7	25,0	19,4	0,5	21,2	22,2	22,0	19,2	13,2	9,02	57	»	5,0
25	756,6	12,8	30,2	21,5	14,1	28,4	21,3	2,3	23,2	22,6	22,0	19,3	12,9	9,73	52	»	3,5
26	753,7	16,4	27,4	21,9	16,2	26,4	21,3	2,5	21,7	22,1	22,1	19,5	8,4	12,59	75	»	2,5
27	757,8	12,1	24,4	18,3	13,1	23,5	18,3	−0,5	19,4	20,6	21,2	19,6	7,3	9,95	69	»	4,5
28	756,0	14,8	27,2	21,0	14,4	25,2	19,8	1,2	20,4	20,7	20,8	19,6	9,8	10,23	63	»	6,5
29	753,2	14,6	30,4	22,5	15,3	29,2	22,3	3,4	21,8	21,7	21,0	19,5	10,2	14,03	71	»	6,0
30	757,7	16,2	29,4	22,8	16,9	29,4	23,2	4,4	22,3	22,3	21,7	19,5	10,9	11,33	60	»	5,0
31	758,0	15,6	31,3	23,5	16,8	29,6	23,2	4,1	23,5	23,4	22,1	19,6	12,5	12,05	62	»	5,0
Moy.	756,2	13,8	26,0	19,9	14,6	25,5	20,1	1,2	20,8	20,9	20,5	18,5	10,0	11,17	67	»	5,6

(1) Ces thermomètres sont appliqués sur la façade nord de l'Observatoire, sur la terrasse et sous la vérandah du grand escalier.

Observations météorologiq. faites a l'Observatoire de Montsouris. — Juillet 1873.

Dates.	Magnétisme terrestre. Observation de 9 heures du matin. Déclinaison.	Inclinaison.	Intensité.	Pluie. à $0^m,10$ du sol.	à $1^m,80$ du sol.	Évaporation.	Vents. Direction générale à terre.	Vitesse moyenne en kilom., par heure, à terre.	Direction des nuages.	Nébulosité.	Remarques.
	° ′	° ′		mm	mm	mm		k			
1	17.21,6	65.32,1	»	1,0	1,0	2,7	ONO	6,3	ONO	8,0	Très-vaporeux, pluie le matin.
2	22,1	27,3	»	»	»	2,1	OSO	2,5	SO	7,0	»
3	26,3	32,2	»	»	»	2,5	S	3,5	SSO	6,4	Très-vaporeux.
4	27,3	33,0	»	»	»	3,8	O	7,1	OSO	9,0	»
5	26,5	35,0	»	0,0	0,0	3,7	SSO	6,3	OSO	9,0	Gouttes de pluie le matin.
6	26,6	42,0	»	»	»	4,3	variable.	7,9	SO	6,1	»
7	32,6	32,0	»	»	»	4,7	NE	6,8	SSO	3,4	Très-vaporeux, éclairs le soir.
8	33,6	23,2	»	2,8	2,5	4,8	N	5,2	variable.	3,9	Vapor., éclairs et tonner. le soir.
9	27,9	26,0	»	0,1	0,1	2,7	N	3,2	O	7,3	»
10	26,6	27,1	»	»	»	3,4	S	4,1	SO	7,2	»
11	28,2	(1) 19,9	»	11,5	11,0	3,6	NNO	5,2	O	8,9	Tonn. et pluie torrent. à minuit.
12	31,0	27,5	»	1,7	1,4	1,8	O	2,4	SSO	8,4	Pluie vers 3h du matin.
13	30,5	(1) 21,0	»	0,1	0,1	5,8	SSO	13,8	SSO	6,7	Qq. bourr. et gout. de pl. le soir.
14	26,1	22,9	»	2,0	1,9	3,0	SO	4,9	SO	9,0	Orages et pluie le soir.
15	22,2	17,8	»	3,2	2,9	2,0	SO	9,2	O	6,0	Temps pluvieux, éclairs le soir.
16	25,1	20,9	»	»	»	4,3	SO-NO	2,6	»	4,4	»
17	28,6	22,9	»	»	»	2,6	SO	3,2	SSO	5,7	»
18	27,9	28,6	»	0,0	0,0	4,2	O	6,4	SO-NO	6,1	Halos, goutt. de pl. dans la soir.
19	34,1	24,5	»	»	»	5,2	ONO	4,3	NO	4,3	»
20	31,8	19,0	»	»	»	4,1	NNE	1,8	»	1,8	»
21	28,7	33,9	»	»	»	5,3	E	4,7	»	4,7	»
22	39,4	22,5	»	»	»	4,9	ESE	1,9	»	1,9	»
23	31,1	25,3	»	1,2	1,2	4,0	SO-NO	5,9	ONO	5,9	Pluvieux et orag. dans la soirée.
24	21,1	17,0	»	»	»	4,9	NO	4,4	NO	4,4	»
25	26,7	22,5	»	»	»	5,0	ESE	1,2	»	0,5	»
26	25,1	22,3	»	10,5	10,0	3,1	variable.	3,3	SSO	6,7	Orages à 2 h. 15 et à 6 h, éclairs toute la nuit.
27	20,8	22,7	»	0,1	0,1	2,8	O	2,0	OSO	7,0	»
28	25,5	20,1	»	»	»	5,3	NE	7,0	SSO	4,9	»
29	24,6	19,3	»	6,8	6,6	3,2	NE-SE	4,1	SO	5,4	Orages au lointain, matin et soir, forte pluie le matin.
30	22,5	20,7	»	»	»	5,0	SO-NO	2,5	SSO	1,1	»
31	23,9	26,5		»	»	6,9	OSO	4,5	OSO	0,4	»
Moyen. ou totaux.	17.27,3	17.25,4	»	41,0	38,8	121,7		4,8		5,5	

(1) Nombres obtenus par interpolation.

Observations météorologiques faites a l'Observatoire de Montsouris. — Juillet 1873.

Résumé des observations régulières.

	6h M.	9h M.	Midi.	3h S.	6h S.	9h S.	Minuit.	Moy.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Baromètre réduit à 0°	756,21	756,39	756,17	755,91	755,44	756,08	756,14	755,99 (1)
Pression de l'air sec	744,95	744,82	745,34	744,43	743,99	744,43	744,99	744,82 (1)
	°	°	°	°	°	°	°	°
Thermomètre à mercure (jardin)	16,22	20,91	23,45	24,02	22,93	19,31	16,52	19,78 (1)
» (terrasse)	»	20,83	23,16	23,67	23,34	19,63	16,92	20,29 (1)
Thermomètre à alcool incolore	16,02	20,66	22,92	23,90	22,77	18,96	16,42	19,53 (1)
Thermomètre électrique à 29^m	»	»	»	»	»	»	»	»
Thermomètre noirci dans le vide, T'	26,44	40,82	44,39	40,69	32,50	»	»	39,60 (2)
Thermomètre incolore dans le vide, *t*	19,79	29,03	32,47	30,67	26,24	»	»	29,60 (2)
Excès (T' — *t*)	6,65	11,79	11,92	10,02	6,26	»	»	10,00 (2)
Témpérat. du sol à $0^m,02$ de profond^r	17,46	22,08	25,03	25,48	22,87	19,64	17,75	20,78 (1)
» $0^m,10$ »	18,50	19,74	21,92	23,12	22,84	21,48	20,16	20,85 (1)
» $0^m,20$ »	»	»	»	»	»	»	»	» (1)
» $0^m,30$ »	20,29	20,04	19,99	20,27	20,65	20,95	20,89	20,46 (1)
» $1^m,00$ »	18,45	18,49	18,52	18,54	18,53	18,52	18,51	18,50 (1)
Tension de la vapeur en millimètres	11,26	11,57	10,83	11,48	11,45	11,65	11,15	11,17 (1)
État hygrométrique en centièmes	81,9	62,6	50,5	50,7	55,5	71,2	79,1	66,8 (1)
Pluie en millimètres à $1^m,80$ du sol	2,7	6,6	1,0	2,5	8,5	4,6	12,9	t. 38,8
» (à $0^m,10$ du sol)	3,0	6,8	1,1	2,8	8,8	5,1	13,4	t. 41,0
Évaporation totale en millimètres	9,11	11,73	24,50	26,70	24,77	15,27	9,45	t. 121,53
Vitesse moyenne du vent par heure	3,4	4,8	6,5	6,2	4,9	3,4	4,3	»
Pluie moy. par heure (à 2^m du sol)	0,45	2,2	0,3	0,8	2,8	1,5	4,3	»
Évaporation moyenne par heure	1,52	3,91	8,17	8,90	8,26	5,09	3,15	»
	'	'	'	'	'	'	'	'
Inclinaison magnétique. .. (B) 65° +	»	25,4	»	»	»	»	»	» (1)
Déclinaison magnétique... (A) 17° +	25,3	27,3	37,2	36,7	32,6	29,1	27,7	17,30 (1)

	°
Tempér. moy. des maxima et minima (parc)	19,9
» » (façade nord du bâtiment, terrasse du grand escalier).	20,1
» à 10 cent. au-dessus d'un sol gazonné (thermomètres à boule verdie).	24,7
Therm. noirci dans le vide, T' (valeur moy. fournie par 5 obs. : 6h M. 9h M., midi, 3h S. 6h S.).	36,97
» *t* » » »	27,64
Excès (T' — *t*) » » »	9,33
» (valeur déduite de 4 observations : 9h M., midi, 3h, 6h S.)	10,00

(1) Moyenne des observations de 6 heures du matin, midi, 6 heures du soir et minuit.

(2) Moyenne des observations de 9 heures du matin, midi, 3 heures et 6 heures du soir.

Errata. — Page 72, dernière ligne, *au lieu de* 65°51',0 *lisez* 64°51',0.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 11 AOUT 1873,

PRÉSIDENCE DE M. DE QUATREFAGES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse l'ampliation du décret par lequel le Président de la République approuve l'élection de M. *F. de Lesseps* à la place d'Académicien libre, devenue vacante par le décès de M. *de Verneuil*.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **de Lesseps** prend place parmi ses confrères.

ASTRONOMIE. — *Réponse à de nouvelles objections de* M. Tacchini; par M. **Faye**.

« Les dernières critiques de M. Tacchini ont produit une telle impression, qu'il ne m'est pas permis de différer ma réponse. M. Tarry, dans une Note récente, parle de faits et d'objections graves qui auraient été opposés par les spectroscopistes italiens; M. Zœllner, dans un important Mémoire qu'il vient de publier et de m'adresser sur la température du Soleil, cite le passage suivant de M. Tacchini (*Comptes rendus*, mars 1873, p. 829) :

« En présence d'observations si claires, si indépendantes d'hypothèses ou d'idées préconçues, est-il possible d'accepter la théorie qui fait des cyclones la cause unique des taches solaires? »

» Ce passage suffit à M. Zœllner; il ne lui en faut pas davantage pour écarter cette théorie et, sans plus ample examen, il reprend son hypothèse des scories.

» Si je gardais le silence, il serait établi, pour beaucoup de personnes compétentes, qu'à l'Observatoire de Palerme on a rencontré des faits complétement inconciliables avec ma théorie. Je suis donc bien obligé de dire et de prouver que M. Tacchini n'a pas pris le soin de s'en faire une idée exacte; *les faits qu'il cite sont en contradiction avec les idées qu'il me prête et non avec celles que j'ai publiées.*

» Voici, en effet, comment M. Tacchini a compris celles-ci. Il a cru d'abord, en jetant un coup d'œil sur ma théorie de la circulation de l'hydrogène solaire, que je faisais jouer un singulier rôle aux taches, celui d'aspirer et de rendre cet hydrogène par le même canal. J'ai heureusement réussi à le détromper sur ce point.

» Aujourd'hui il m'attribue l'idée que les taches seules donnent lieu à l'apparition des protubérances, puis celle que les protubérances doivent former autour de chaque tache une couronne régulière, enfin celle que la pénombre de toutes les taches doit présenter la structure tourbillonnaire.

» Naturellement, il n'a pas de peine à prouver que la plupart des taches n'ont pas cette structure; que les protubérances ne forment pas toujours une enceinte régulière de flammes autour de chaque tache; enfin qu'il y a une grande quantité de protubérances sans taches correspondantes. De là la condamnation qu'il formule contre des idées ainsi défigurées; de là l'impression produite sur MM. Tarry et Zœllner, dont l'adhésion me serait pourtant précieuse.

» Celle de M. Tacchini ne le serait pas moins pour moi; j'ajoute qu'il est plus que personne intéressé à l'adoption d'une théorie sérieuse. Il me suffira peut-être de lui rappeler sa belle découverte du rôle que les vapeurs de magnésium jouent dans la chromosphère pour lui faire sentir combien ce phénomène acquiert d'importance par une théorie *rationnelle* qui permettra d'y saisir, par exemple, de singulières fluctuations dans le mode d'alimentation de la photosphère, tandis qu'avec l'hypothèse stérile des éruptions l'auteur de cette découverte en est réduit à se demander si l'apparition de ce métal, à certaines époques, sur toute la surface du Soleil, ne serait pas l'indice d'une *éruption universelle* (1)!

---

(1) « Si direbbe che, distribuendosi l'azione eruttiva su tutta la superficie del Sole, si » rendono assai poco possibile quelle parziali regioni di attività, sulle quali vediamo in altre

» Je m'en vais donc rectifier une à une les opinions que M. Tacchini me prête. Quant à ses observations, je suis loin de les contester; leur parfait accord avec ma théorie me dispense d'ailleurs de les rappeler.

» En ce qui concerne les pénombres, j'ai eu grand soin de dire qu'elles sont dues à l'abaissement de température que les tourbillons solaires déterminent autour d'eux, de telle sorte que la température de la couche extrême, où se produisent les condensations lumineuses, se trouve localement transportée plus bas, tout autour des taches. Il résulte de là que la photosphère un peu altérée se trouve continuée jusqu'à une certaine profondeur, en forme de gaîne autour des tourbillons solaires. Lorsque, par un accident quelconque (par exemple : une augmentation subite d'intensité, ou une extension du mouvement tournant), ces parois coniques sont atteintes, elles peuvent être envahies quelque temps et prendre une structure tourbillonnaire très-marquée; mais, en général, la pénombre n'aura pas cet aspect et ne présentera que le lent mouvement rotatoire, à peine sensible pour nous, qui peut se propager à une grande distance de l'axe des cyclones.

» Il n'y a donc pas à s'étonner que dans les mois de janvier, février, mars, avril et mai de cette année, M. Tacchini n'ait trouvé que six cas de structure tourbillonnaire. Assurément ces six cas ne prouvent pas que les taches ne sont pas des tourbillons : ce sont, au contraire, six preuves palpables en faveur de ma théorie telle que je l'ai exposée.

» Signalons à M. Tacchini un moyen plus sûr de la mettre en défaut : ce sera de trouver des taches dont la pénombre, si elle offre cette structure bien nette et sans accident de segmentation, présentera une rotation

---

» epoche inalzarsi belle protuberanze di ogni specie. » Pour ce qui est des éruptions locales, des restrictions que M. Tacchini leur impose (Cf. derniers *Comptes rendus*, p. 301, l. 14) et de l'opinion qu'on doit s'en faire, je me bornerai à transcrire la note suivante du Mémoire déjà cité de M. Zœllner : « Hr. Tacchini glaubt nur diejenigen Protuberanzen als Eruptionen » betrachten zu dürfen, welche die Gestalt eines Baumes oder eines Fächers haben, d. h. an » der Basis schmäler, als an ihrem obern Ende sind. Ohne die Berechtigung einer solchen » Anschauung näher zu discutiren, ist doch klar, dass für die Erklärung jener Eruptionen » nothwendig diejenigen physikalischen Bedingungen an der Sonnenoberfläche vorausge» setzt werden müssen, ohne welche überhaupt eine Eruption, d. h. die gewaltsame und » plötzliche Ueberwindung eines Widerstandes durch comprimirte Gasmassen, nicht » denkbar ist. » M. Tacchini ne trouve, il est vrai, qu'environ 8 pour 100 des protubérances observées qui présentent ce caractère franchement éruptif, ce qui rend encore plus difficile à comprendre l'universalisation subite de ce mode d'action tout à fait hypothétique.

dans le sens des aiguilles d'une montre sur l'hémisphère nord et en sens opposé sur l'hémisphère sud. Les observateurs anglais qui ont, les premiers, signalé dans quelques taches une structure spirale, l'ont trouvée conforme au sens de la rotation du Soleil et j'ai vu là un argument frappant en faveur de la théorie qui assigne pour cause, à ces mouvements tourbillonnaires, les inégalités de vitesse des zones contiguës de la surface du Soleil. Il suffirait de prouver que ces observateurs se sont trompés.

» Voici donc un premier point bien établi désormais, je l'espère. Je n'ai pas dit et il ne résulte nullement de ma théorie que la pénombre de *toutes* les taches doive présenter une structure en spirale; par conséquent toutes les objections que M. Tacchini m'adresse de ce chef tombent d'elles-mêmes. Ses observations, au contraire, sont en parfaite conformité avec ma théorie.

» Quant au second point, voici en quoi consiste la méprise : M. Tacchini croit que, dans les taches, l'hydrogène doit remonter tout autour d'une manière tellement régulière et symétrique, qu'il en résulte toujours une couronne bien formée de protubérances, et il m'oppose des cas où les choses se passent autrement, des cas où les jets qui dépassent la chromosphère sont loin d'offrir cette disposition. Je le crois aisément; ce qu'il suppose, c'est ce qu'on obtiendrait dans un milieu immobile avec une turbine isolée et bien centrée sur la verticale. Il faudrait en effet que les tourbillons solaires présentassent une symétrie impossible. Dans une de mes figures, où j'ai représenté par coupe et élévation un cyclone solaire, j'ai peut-être donné lieu à l'idée de M. Tacchini en mettant l'axe dans une position verticale; mais j'ai eu bien soin de dire, et qui plus est de prouver que l'axe des taches est en réalité plus ou moins incliné; j'ai même tâché de tirer parti de cette circonstance, dont le noyau noir de Dawes et les phénomènes de segmentation sont des preuves irrécusables, pour rendre compte de la seconde loi du mouvement des taches (lente oscillation elliptique dans le sens de la rotation). De plus cette symétrie en tous sens des jets d'hydrogène les plus accentués et dépassant la chromosphère exigerait une symétrie complète du tourbillon considéré, non pas isolément sur mes dessins, mais dans le courant dont il suit le mouvement; or chacun sait, par l'exemple de nos cyclones terrestres, que cette symétrie est loin d'exister.

» Le troisième et dernier point est le plus important : il s'agit de l'idée que les protubérances et les jets métalliques ne sauraient exister sans les taches. Vous voyez d'ici toutes les objections qu'une pareille idée a pu faire

naître sous la plume de M. Tacchini! Ne pouvant en croire le texte français des *Comptes rendus*, j'ai eu recours aux *Memorie;* le texte italien est encore plus explicite : je suis bien réellement accusé, et avec des citations encore, d'avoir avancé qu'il n'y a pas de protubérance sans tache. Dès lors M. Tacchini n'a pas de peine à démontrer que c'est là une grosse erreur; que cette erreur est démentie par les observations spectrales du P. Secchi, de M. Respighi et de lui-même; qu'il y a des protubérances là où jamais on n'a vu de taches et parfois jusque vers les pôles. Pour bien mettre le doigt sur l'impossibilité, il me demande si l'hydrogène aspiré par les taches équatoriales doit ainsi voyager à travers la masse solaire et aller souterrainement de l'équateur aux pôles pour y former les belles protubérances qu'il y a vues quelquefois. Les faits, les arguments se pressent ainsi avec une force écrasante, et je comprends que MM. Tarry et Zœllner en aient été frappés. Quant aux savants italiens, ma théorie, d'abord bien accueillie par plusieurs, aura certainement perdu tout crédit auprès d'eux.

» Chose curieuse, ce fait que M. Tacchini m'oppose, c'est moi qui le premier l'ai signalé aux astronomes, bien des années avant la découverte de l'analyse spectrale. Les éclipses totales nous avaient montré les mystérieuses protubérances; les astronomes, tous partisans alors de l'hypothèse des éruptions, cherchèrent presque aussitôt si ces flammes immenses ne sortiraient point du cratère des taches. Quel triomphe c'eût été que de saisir sur le fait les éruptions solaires! Un tel succès n'était pas réservé à cette hypothèse. Je fis remarquer que les protubérances des éclipses apparaissent indifféremment sur toutes les régions du limbe solaire, tandis que les taches sont strictement confinées dans une assez étroite zone équatoriale, et j'en conclus qu'il n'y avait pas de rapport *direct,* tel que celui qu'on cherchait à établir, entre les taches et les protubérances. M. Tacchini a donc bien tort d'imaginer qu'un fait pareil, dont j'ai saisi le premier toute l'importance, ait pu être oublié par moi. Certes, si ma théorie s'était trouvée en pleine contradiction avec lui, je ne l'aurais pas publiée, je ne l'aurais même pas conçue.

» Il ne me reste plus qu'à mettre sous les yeux de l'Académie les nombreux passages de nos *Comptes rendus* où j'ai traité cette question : ces citations ne laisseront aucun doute à M. Tacchini lui-même, qui évidemment n'a pas dû les remarquer.

» Premier article, dans les *Comptes rendus*, 16 décembre 1872 :

« Voici les points qui ne sont pas suffisamment élaborés : . . . . . 4° Apparition des protubérances dans les régions privées de taches. »

» Je m'étais donc posé le problème, et j'en avais indiqué la solution quelques pages plus haut en disant :

« Dans toute la masse solaire règnent donc partout des mouvements tourbillonnaires, sauf à l'équateur et aux pôles. »

» Et plus loin :

« La rentrée de l'hydrogène s'opère par l'appel des taches »....

» Évidemment, les taches ne fonctionnant qu'à titre de tourbillons, tous ceux dont je viens d'accuser la présence presque universelle doivent produire le même effet.

» Deuxième article, *Comptes rendus*, 30 décembre 1872. L'idée, d'abord un peu confusément exprimée, se précise et prend sa forme définitive :

« C'est que l'activité tourbillonnaire n'est pas exclusivement manifestée par les taches proprement dites; elle n'est pas non plus absolument constante. En premier lieu, à côté des taches, il faut compter une multitude de petits tourbillons qui restent à l'état de *pores*, c'est-à-dire de petits points noirs qui se montrent fréquemment dans les régions centrales, mais qu'on ne peut suivre vers les bords. Ces petits tourbillons sont essentiels au phénomène; je leur attribue la grande extension que prennent les accidents de la chromosphère au delà de la région des taches, jusque sur les calottes polaires; mais l'observateur ne peut les compter. »

» Dans une discussion avec M. Tacchini lui-même, par laquelle je m'efforçais déjà de lui montrer qu'il avait dénaturé mes idées, je disais le 10 mars 1873 :

« Voilà ce que j'ai appelé la circulation souterraine de l'hydrogène solaire, mot qui peint si clairement ma pensée. La *fig.* 2 des *Comptes rendus* du 17 février a dû montrer d'ailleurs au savant observateur de Palerme comment il faut l'entendre. C'est bien une véritable circulation dans un parcours fermé sur la branche descendante duquel le cyclone fonctionne à peu près comme le cœur dans la nôtre (mais seulement par aspiration), tandis que, sur la branche ascendante, en dehors du cœur, c'est en dehors du cyclone que je veux dire, la force motrice est tout bonnement la gravité. »

» Et j'avais soin d'ajouter en note :

« Il ne faut pas oublier que l'activité tourbillonnaire du Soleil ne se manifeste pas seulement par les grandes taches, mais aussi par une multitude de petits cyclones presque invisibles pour nous et qui constituent les pores. »

» Le 24 mars, dans une discussion avec M. Vicaire, je disais, p. 736 :

« L'activité tourbillonnaire qui est, à mon avis, le phénomène le plus général de la photosphère, après celui qui en constitue la formation et en règle l'entretien, n'est représentée par les taches qu'à titre exceptionnel, à titre de manifestation plus visible que les autres. Partout à la surface existent des tourbillons moins visibles sous forme de pores, sorte de petits points noirs très-grands en réalité qui, parfois, deviennent plus aisément visibles pour nous et prennent alors le nom de taches. C'est ainsi que j'ai rendu compte de la cir-

culation de l'hydrogène dans les régions où il n'y a jamais de taches proprement dites, mais où l'on voit de nombreux pores qui sont autant de petites taches à cratère obscur. »

» Enfin, le 21 avril, p. 980, dans une discussion avec le P. Secchi, je reviens sur cette question :

« Ces éruptions, ou mieux ces jets et ces effusions multiples ont lieu partout, parce que partout l'activité tourbillonnaire se manifeste au moins sous forme de pores; mais, autour des grands pores, c'est-à-dire autour des taches, tourbillons plus profonds qui agissent plus énergiquement sur l'hydrogène supérieur, l'effusion ascendante de retour est plus abondante. Elle s'opère autour de la tache en soulevant légèrement la photosphère, en injectant plus abondamment dans la chromosphère et au peu au-dessus des vapeurs de sodium, de fer, de magnésium surtout, élément dont M. Tacchini a signalé le rôle frappant dans cet ordre de phénomène. Cette circulation de l'hydrogène est donc un fait très-général, mais subordonné à l'activité tourbillonnaire. Celle-ci dépend à son tour du mouvement spécial de la rotation solaire. Cette rotation dépend du mode d'alimentation de la photosphère. Enfin ce dernier est déterminé par le refroidissement externe auquel est soumise une énorme masse gazeuse formée d'un mélange très-complexe de gaz et de vapeurs susceptibles de condensation physique ou chimique dans les couches extérieures, par simple abaissement de température. »

» Je puis m'arrêter ici; la démonstration est complète. J'ose espérer que les personnes qui ont été frappées des objections du savant astronome de Palerme voudront bien revenir sur cette impression et juger par elles-mêmes un travail assurément bien imparfait, mais qui est basé sur l'ensemble suivant :

» Les faits généraux de durée, d'intensité et de constance de la radiation solaire;

» Le mode spécial de la rotation à la surface du Soleil;

» Les lois géométriques du mouvement des taches;

» Leur distribution géographique;

» Les traits généraux et les détails principaux de leur figure;

» Leurs particularités spectroscopiques;

» Les phénomènes caractéristiques des facules et des protubérances;

» Les relations des facules et des protubérances avec les taches et les pores;

» Les beaux phénomènes de la chromosphère.

» Cette immense quantité de faits, ces longues séries de mesures, ces observations de nature si variée, depuis les belles mesures de coordonnées solaires de M. Carrington jusqu'aux profils solaires de MM. Respighi, Secchi et Tacchini, qui se sont coordonnées sous une même conception, sans efforts d'imagination, spontanément, pour ainsi dire, me donnent

l'espoir que si les spectroscopistes, dans leurs fécondes études, rencontrent désormais des faits plus ou moins difficiles à expliquer, ils n'en trouveront pas un qui détruise un tel accord. Ai-je besoin d'ajouter que, malgré cette confiance, je n'en regarde pas moins ce que j'appelle un peu ambitieusement ma théorie comme une première ébauche, prêtant le flanc à la critique, ayant besoin sur beaucoup de points d'être complétée, précisée et perfectionnée.

» Mais on n'y parviendra que par les procédés qui ont servi à l'établir, c'est-à-dire au moyen de l'observation et des mesures interprétées par le Calcul, la Mécanique et la Physique, à l'exclusion radicale des ressources illusoires de l'hypothèse, et l'on aura ainsi jeté les bases de la Physique solaire dont on peut déjà entrevoir le plan. »

THERMOCHIMIE. — *Sur les cyanures.* Note de M. **Berthelot.**

« 1. Parmi les déplacements inverses qui s'opèrent dans les dissolutions, l'un des plus surprenants est celui de l'acide chlorhydrique par l'acide cyanhydrique, vis-à-vis de l'oxyde de mercure. Il résulte des observations suivantes :

1° HCy ($1^{éq} = 2^{lit}$) + HgO (précipité et délayé dans 10 litres) dégage... + 15,48.

Un excès de HCy ne change pas ce chiffre, qui l'emporte même sur la chaleur dégagée dans l'action de l'acide chlorhydrique dissous sur la potasse. Aussi la potasse unie à l'acide cyanhydrique, avec lequel elle dégage bien moins de chaleur (3,0), est-elle déplacée par l'oxyde de mercure. D'autre part

HgCy solide + eau (40 parties); dissolution......	— 1,50
HCy gaz, en devenant liquide, dégage...........	+5,70
HCy liquide + eau (grande quantité)...........	+0,40

Par suite,

HCy dissous + HgO = HgCy solide............	+17,0
HCy liquide + HgO = HgCy solide............	+17,4
HCy gaz + HgO = HgCy solide + HO gaz.......	+18,3 (*)

» 2° La formation du cyanure de mercure dissous dégage + 15,48, c'est-à-dire + 6,02 de plus que celle du chlorure de mercure (+ 9,46), et le même écart existe pour les sels solides, toujours à partir des hydracides étendus. Ceux-ci étant monobasiques et à fonction unique, l'inégalité

(*) Dans la Note publiée au présent volume, p. 310, il s'est glissé quelques erreurs de

thermique indique que l'acide cyanhydrique étendu doit déplacer entièrement l'acide chlorhydrique uni à l'oxyde de mercure. Voici l'expérience :

HgCy ($1^{éq} = 16^{lit}$) + HCl ($1^{éq} = 4^{lit}$).....	+0,0	$N - N_1 = +5,9$.
HgCl » + HCy »	+5,9	Calculé : +6,0.

» 2. Elle est d'autant plus remarquable, que l'acide chlorhydrique étendu déplace complétement l'acide cyanhydrique dans le cyanure de potassium dissous; comme il était facile de le prévoir, car

HCy dissous + KO étendue dégage.....	+ 2,96	$N_1 - N = 10,63$.
HCl dissous + KO étendue »	+ 13,59	

» 3. Chacun sait aussi que le cyanure de mercure est décomposé par l'acide chlorhydrique concentré; c'est même ainsi que l'on prépare l'acide cyanhydrique. Cette décomposition est due à la réaction de l'acide chlorhydrique anhydre contenu dans les liqueurs, ou formé sous l'influence de la chaleur, lequel possède, en plus de l'hydrate du même acide, l'énergie que celui-ci a perdue en formant un hydrate défini, soit + 6 à + 7 calories environ (*Comptes rendus*, t. LXXVI, p. 743); valeur suffisante pour renverser la réaction.

» Le gaz chlorhydrique lui-même déplace, immédiatement et à froid, le gaz cyanhydrique, du cyanure de mercure. J'ai signalé ce procédé pour préparer le dernier gaz. La réaction dégage, d'après le calcul, $+ 5^{Cal},2$.

» 4. J'appelle l'attention sur ces deux réactions et sur leur mécanisme, qui se retrouve dans une multitude d'autres circonstances où l'on compare les réactions des acides ou des alcalis concentrés avec celles des mêmes acides ou des mêmes alcalis étendus. C'est l'existence d'une certaine pro-

---

chiffres, d'ailleurs sans conséquence, mais que je vais rectifier :

HCl gaz + AgO = AgCl + HO gaz..........	+ 33,2
HBr gaz + AgO = AgBr + HO gaz..........	+ 40,3
HI gaz + AgO = AgI + HO gaz..........	+ 46,6

On a encore

HCl gaz + HgO = HgCl + HO gaz..........	+ 23,5
HCl gaz + PbO = PbCl + HO gaz..........	+ 23,2
HCl gaz + CaO = CaCl anhydre + HO gaz...	+ 26,1
HCl gaz + SrO = SrCl anhydre + HO gaz...	+ 34,5
HCl gaz + BaO = BaCl anhydre + HO gaz...	+ 39,6

valeurs qui peuvent servir de termes de comparaison entre les divers chlorures.

portion d'acide (ou d'alcali), non combiné avec l'eau dans les liqueurs concentrées, ou sa formation sous l'influence de la chaleur, qui détermine la réaction inverse; et cela en raison de l'excès d'énergie qu'il possède par rapport à l'hydrate du même acide, avec lequel il coexiste dans les liqueurs (1). Cet excès d'énergie mesure l'aptitude à produire la réaction inverse.

» Au contraire, celle-ci ne saurait être prévue d'après la quantité de chaleur dégagée dans la dilution de l'acide concentré, devenant en masse un acide étendu : mode de prévision qui a été proposé par divers auteurs, notamment par M. Thomsen, et que je regarde comme inexact. Outre que ce mode de prévision n'est pas justifié en principe, parce qu'il ne distingue pas l'acide non combiné à l'eau, de ses hydrates, dans les dissolutions, en fait, il conduit à des conclusions contraires à l'expérience. Par exemple, le cyanure de mercure est encore décomposé à froid par l'acide chlorhydrique d'une densité 1,10, laquelle répond à $HCl + 7H^2O^2$; la dilution d'une telle liqueur par une grande quantité d'eau dégage $+ 1^{Cal},7$. Or il faudrait que la chaleur de dilution fût égale à $+ 6,0$ pour que la réaction pût être renversée d'après cette théorie; cet excès est si grand que la dilution de l'acide, même le plus concentré, ne pourrait le compenser.

» Ce n'est pas là d'ailleurs une remarque isolée; j'ai déjà montré qu'il en était de même pour les actions réductrices et oxydantes de l'acide iodhydrique (*Comptes rendus*, t. LXXVI, p. 746), l'hydrogène sulfuré, par exemple, cessant d'attaquer l'iode en présence d'un acide iodhydrique plus concentré que $HI + 7H^2O^2$. Or les solutions acides plus concentrées dégagent par leur dilution de $+ 4$ à $+ 1$ calories environ, suivant leur degré; ce qui exprime une énergie incapable de compenser les $+ 7$ ou 8 calories que la réduction de l'hydrogène sulfuré par l'iode devrait dégager, et, par conséquent, incapable de renverser la réaction. Au contraire, la présence de l'hydracide anhydre dans les solutions concentrées et son aptitude à former un hydrate défini permettent d'interpréter clairement les phénomènes. La plupart des déplacements réciproques donnent lieu aux mêmes observations, la chaleur dégagée par la dilution des acides ou des alcalis concentrés n'étant presque jamais suffisante, lorsqu'on l'envisage en bloc,

(1) J'entends ici par acide non combiné à l'eau les hydracides anhydres et les oxacides normaux (les anciens monohydrates), tels que AzO^6H, SO^4H, $C^4H^4O^4$, etc., par opposition avec les combinaisons qu'ils forment avec un certain nombre d'équivalents d'eau. De même, les alcalis normaux sont KHO^2, opposé à $KHO^2 + 4HO$; $BaHO^2$, opposé à $BaHO^2 + 9HO$. Cette explication est nécessaire pour éviter tout malentendu.

pour fournir l'énergie nécessaire au renversement des actions chimiques. La limite à laquelle ce renversementalieu est surtout caractéristique, parce qu'elle coïncide avec la limite à laquelle l'hydracide anhydre cesse d'exister dans les liqueurs, d'après les épreuves tirées de sa tension gazeuse et d'autres circonstances.

» 5. Mais revenons aux cyanures. La théorie indique que le déplacement de l'acide chlorhydrique par l'acide cyanhydrique, dans le chlorure de mercure, doit pouvoir être observé plus nettement encore, si l'on substitue à l'acide cyanhydrique libre un cyanure alcalin. En effet, on aura en plus, dans cette circonstance, la différence des chaleurs de neutralisation des deux acides par l'alcali. C'est ce que l'expérience confirme :

$$\left.\begin{array}{ll} \mathrm{KCy}(1^{\acute{e}q} = 8^{lit}) + \mathrm{HgCl}\ (1^{\acute{e}q} = 4^{lit}) \ldots & +16,7 \\ \mathrm{KCl}\ (1^{\acute{e}q} = 8^{lit}) + \mathrm{HgCy}(1^{\acute{e}q} = 4^{lit}) \ldots & +\ 0,0 \end{array}\right\}$$

$$(N - N_1) - (N' - N'_1) = (13,6 - 3,0) - (9,5 - 15,5) = +16,6.$$

» C'est ici l'un des cas les plus tranchés où la prétendue thermoneutralité saline se trouve en défaut. La concordance du calcul, fait dans l'hypothèse d'une transformation totale en cyanure de mercure et chlorure de potassium dissous, avec l'observation est parfaite. Elle ne préjuge rien d'ailleurs sur l'action réciproque entre les deux derniers sels dissous.

» 6. Une action réciproque de ce dernier genre est facile à mettre en évidence entre le cyanure de potassium dissous et l'iodure de mercure solide :

$$\begin{array}{lr} \mathrm{HgI\ solide} + \mathrm{KCy}(1^{\acute{e}q} = 16^{lit}) & +4,7 \\ + 2^{e}\ \mathrm{KCy} & +4,7 \\ \hline \text{Solution totale} \ldots\ldots & +9,4 \end{array}$$

» La dissolution du corps solide a lieu, dans cette circonstance, avec un dégagement de chaleur considérable, à cause de la formation des sels doubles qui subsistent dans les liqueurs.

» 7. Cette formation des cyanures doubles dissous est plus nettement accusée encore par l'expérience suivante :

$$\mathrm{HgCy}(1^{\acute{e}q} = 16^{lit}) + \mathrm{KCy}(1^{\acute{e}q} = 4^{lit}) \text{ dégage } +5,8.$$

» L'acide chlorhydrique étendu, agissant sur cette liqueur, en sépare les composants, avec reproduction de chlorure de potassium et d'acide cyanhydrique :

$$\begin{array}{lr} \text{Liqueur précédente} + \mathrm{HCl}(1^{\acute{e}q} = 2^{lit}) & +5,2 \\ + 2^{e}\ \mathrm{HCl} & +0,0. \end{array}$$

» Or le calcul indique $3,0 + 5,8 + 5,2 = 14,0$, pour l'union de l'acide chlorhydrique avec la potasse, valeur qui ne s'écarte pas sensiblement de la valeur réelle 13,6, étant données des liqueurs aussi étendues.

» 8. J'ai également fait quelques expériences sur le cyanure d'argent :

	1° AzO^6Ag ($1^{éq} = 16^{lit}$) + HCy ($1^{éq} = 4^{lit}$).......	+ 15,72
d'où	HCy dissous + AgO = AgCy précipité dégage....	+ 20,9.
	2° AzO^6Ag ($1^{éq} = 16^{lit}$) + KCy ($1^{éq} = 4^{lit}$).......	+ 26,57
d'où	HCy dissous + AgO = AgCy précipité dégage....	+ 20,9

valeur identique à la précédente, et qui est à peu près la même que celle de la formation du chlorure d'argent. On en tire

HCy liquide	+ AgO	(précipité)	= AgCy + HO (liquide)....	+ 21,3
HCy gaz	+ AgO	»	= AgCy + HO liquide......	+ 27,0
HCy gaz	+ AgO	»	= AgCy + HO gaz.........	+ 22,2

cette dernière valeur n'étant qu'approchée, à cause des changements physiques éprouvés par l'oxyde et le cyanure d'argent.

Ces valeurs expliquent pourquoi l'acide cyanhydrique déplace l'acide azotique uni à l'oxyde d'argent, et pourquoi le cyanure d'argent résiste à l'action de l'acide azotique.

» 9. Le cyanure d'argent se dissout, comme on sait, dans le cyanure de potassium, en formant un cyanure double : la réaction dégage à peu près la même quantité de chaleur que celle du cyanure de mercure, malgré l'état solide du cyanure d'argent :

KCy ($1^{éq} = 4^{lit}$) + AgCy (précipité) + eau (20^{lit})... + 5,6

C'est un nouvel exemple de la dissolution d'un précipité opérée avec dégagement de chaleur, par suite de la formation d'un sel double. Cette formation règle les phénomènes, indépendamment de la solubilité ou de l'insolubilité du cyanure métallique primitif (mercure ou argent), parce que le sel double prend naissance avec dégagement de chaleur, et qu'il est stable en présence du dissolvant.

J'insiste sur ces conditions, à cause de leur généralité. »

THERMOCHIMIE. — *Sur la redissolution des précipités;* Note de M. **Berthelot.**

« 1. Dans sa *Statique chimique* (1) Berthollet « considère comme un » attribut général la propriété corrélative des acides et des bases de se » saturer mutuellement ». Il admet « que les affinités des acides pour les » alcalis ou des alcalis pour les acides sont proportionnelles à leur capacité » de saturation », c'est-à-dire inverses de leur équivalent, d'après le langage de la Chimie actuelle. « J'établis en conséquence, que lorsque plu» sieurs acides agissent sur une base alcaline, l'action de l'un de ces acides » ne l'emporte pas sur celle des autres, de manière à former une combi» naison isolée; mais chacun des acides a dans l'action une part qui est » déterminée par sa capacité de saturation et sa quantité; je désigne ce » rapport composé par la dénomination de *masse chimique* » : nous dirions aujourd'hui le produit de l'inverse de l'équivalent de chaque acide par le nombre d'équivalents de cet acide qui sont mis en jeu. Berthollet exclut ainsi toute idée d'une « affinité élective » (2).

Il résulte de ces notions que, si l'on fait agir sur un sel dissous un acide capable de former avec la base un sel insoluble, ce dernier devra se produire, à cause du partage de la base entre les deux acides, puis se précipiter, à cause de son insolubilité. La séparation de ce corps l'ayant fait sortir du champ de l'action chimique, un nouveau partage de la base aura lieu entre les deux acides dans la liqueur, par suite une nouvelle précipitation, et ainsi de suite. Telle est la théorie de Berthollet, qui fait encore loi dans la Science.

» 2. La théorie thermique fait, au contraire, reparaître la notion d'une affinité élective, dont le travail est mesuré par la chaleur dégagée dans les réactions des corps, pris sous des états comparables. Si les corps étaient isolés de tout dissolvant et si chaque acide ne formait avec la base qu'une seule combinaison, il n'y aurait jamais partage, contrairement à l'opinion de Berthollet; par suite l'insolubilité ne jouerait aucun rôle dans la statique chimique. Il en serait de même en présence de l'eau, si aucun des composés formés en son absence n'éprouvait de sa part une décomposition.

» Mais il existe des acides capables de former plusieurs combinaisons avec une même base. En outre, l'eau décompose partiellement, en raison de sa masse et des proportions relatives d'acide et de base, les sels acides et les sels basiques, comme aussi les sels ammoniacaux, les sels métal-

---

(1) T. I, p. 15 et p. 72, 1803.

(2) *Voir* aussi t. I, p. 75.

liques, etc. Ces circonstances déterminent des équilibres intermédiaires, c'est-à-dire une répartition diverse de la base entre les deux acides. Dans les dissolutions, et pour les sels solubles, la réalité de cette répartition peut être établie par les épreuves thermiques (1), ou par la méthode des deux dissolvants (2).

» Or les lois qui régissent la répartition d'une base entre deux acides et la formation des sels solubles dans une dissolution doivent intervenir également, dans les cas où il y a formation de sels insolubles. Mais, si quelque proportion d'un sel insoluble prend naissance en vertu de ces lois d'équilibre et dans les conditions des expériences, cette proportion se séparera et sortira à mesure du champ de l'action chimique; l'équilibre ne pourra donc subsister dans la dissolution, c'est-à-dire que nous rentrerons dans le mécanisme si bien développé par Berthollet. Les deux théories conduisent sur ce point aux mêmes conclusions.

» 3. Pour décider entre elles, il faut chercher des cas où leurs prévisions soient opposées, tels que ceux où chacun des acides antagonistes ne forme qu'un seul composé basique et stable en présence de l'eau; ou bien encore les cas où la formation de l'un des sels neutres donne lieu à un dégagement de chaleur qui l'emporte sur toutes les autres formations possibles. J'ai déjà exposé ces expériences et ces calculs pour les sels solubles, en montrant (3) comment les acides carbonique et acétique sont complétement séparés de leurs sels alcalins, même à l'état de dissolution, par les acides azotique, chlorhydrique, sulfurique, etc. Je vais exposer des résultats analogues pour les sels insolubles et montrer comment ils peuvent être décomposés entièrement et dissous par les acides forts, contrairement à la théorie de Berthollet.

» 4. Mettons d'abord en opposition deux acides monobasiques à fonction simple, qui ne forment chacun qu'un seul composé avec une base donnée. L'épreuve est facile à réaliser entre l'acétate d'argent et l'acide azotique étendu : l'acétate insoluble est changé immédiatement en azotate d'argent dissous. La réaction

$$AzO^6H \text{ étendu} + C^4H^3AgO^4 = AzO^6Ag \text{ étendu} + C^4H^4O^4 \text{ dissous}$$

donne lieu à une absorption de $-3,5$ environ; mais cette absorption est due à la transformation d'un corps solide en un corps dissous. En effet le

(1) *Comptes rendus*, t. LXXV, p, 435, 480, 538, 583, t. LXXVI, p 94.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXVI, p. 433.

(3) *Comptes rendus*, t. LXXV, p. 435, 480, etc.

calcul montre que la réaction rapportée aux deux sels solides

$$AzO^6H \text{ étendu} + C^4H^3AgO^4 = AzO^6Ag \text{ solide} + C^4H^4O^4 \text{ dissous}$$

dégagerait + 2 Calories environ. Si les deux acides étaient séparés de l'eau, on aurait même + 9 Calories.

» Il serait facile de multiplier les exemples analogues du déplacement complet d'un acide monobasique, dans un sel insoluble, par un seul équivalent d'un autre acide monobasique qui forme un sel soluble.

» 5. La décomposition des carbonates insolubles (sels à fonction complexe) par les acides monobasiques (chlorhydrique, azotique), dans des liqueurs soit concentrées, soit assez étendues pour que l'acide carbonique demeure dissous, est également totale. Dans les solutions étendues, elle donne lieu tantôt à un dégagement de chaleur, tantôt à une absorption (carbonate d'argent et acide azotique); mais elle est toujours exothermique lorsqu'on la rapporte aux sels séparés de l'eau et aux deux acides dissous et amenés à une constitution semblable. La décomposition des carbonates insolubles rentre donc dans la théorie précédente.

» 6. Il en est de même de la décomposition du tartrate de chaux précipité par l'acide chlorhydrique; les valeurs thermiques (1) indiquent une action totale, lorsqu'on opère à équivalents égaux; au début, la réaction est proportionnelle aux quantités fractionnaires d'acide chlorhydrique employé; 2 équivalents d'acide chlorhydrique étendu suffisent d'ailleurs pour dissoudre complétement une molécule de tartrate ($C^8H^4Ca^2O^{12}$).

» Le citrate de baryte est, de même, dissous complétement par une proportion équivalente d'acide chlorhydrique étendu et les valeurs thermiques indiquent alors une décomposition complète.

» Le tartrate de baryte et le citrate de baryte précipités, lorsqu'on les traite par l'acide sulfurique étendu, se comportent d'une manière semblable, sauf l'insolubilité du sulfate de baryte.

Les tartrates insolubles se comportent donc, à l'égard des acides forts, exactement comme les tartrates solubles, le déplacement de l'acide tartrique uni à une base, par un poids équivalent d'acide chlorhydrique ou sulfurique, étant total dans tous les cas, d'après les expériences thermiques, avec le tartrate de soude aussi bien qu'avec les tartrates de chaux ou de baryte, résultat conforme à la préparation classique de l'acide tartrique.

---

(1) Elles sont négatives à cause de la transformation d'un corps solide en un corps dissous.

Qu'il s'agisse d'un sel soluble à base de soude, ou d'un sel insoluble à base de chaux; qu'il se produise un sel soluble (chlorure de sodium ou de calcium), ou un sel insoluble (sulfate de baryte), les mêmes règles et les mêmes phénomènes, déduits des relations thermiques entre les corps séparés de l'eau, s'appliquent à tous les cas. Ces résultats peuvent donc servir de *criterium* entre la théorie de Berthollet et la nouvelle théorie thermique. »

BOTANIQUE. — *Notice sur les Palmiers de la Nouvelle-Calédonie;* par M. **Ad. Brongniart.**

« Il y a quelques années, j'ai présenté à l'Académie un aperçu de la végétation de la Nouvelle-Calédonie, tel que l'état encore imparfait de nos connaissances sur la flore de cette grande île permettait de l'établir. Depuis cette époque, une exploration plus étendue de beaucoup de points de notre colonie nous permettra d'en présenter bientôt un tableau plus complet. Un séjour de trois années, comme voyageur du Muséum, a fourni à M. Balansa le moyen de recueillir des matériaux nombreux pour cette étude. M. Vieillard, dont les premières collections avaient servi en grande partie de base à nos premiers travaux, a poursuivi ses recherches pendant plusieurs années, mais les collections qu'il a réunies pendant ce second séjour à la Nouvelle-Calédonie, ne nous ayant pas été communiquées, n'ont pas pu contribuer à l'ensemble de nos études.

» Nous ne nous proposons pas de présenter à l'Académie les travaux spéciaux dont chacune des familles qui composent la flore de la Nouvelle-Calédonie sera l'objet, soit de notre part, soit de la part des collaborateurs que nous espérons pouvoir associer à ces études; mais quelques familles pourront faire exception, et celles des Palmiers et des Pandanées nous ont paru devoir être de ce nombre.

» Les matériaux à notre disposition portent maintenant le nombre des Palmiers indigènes de la Nouvelle-Calédonie à dix-huit, sans y comprendre le Cocotier, qui nous paraît y avoir été introduit et qui est surtout répandu sur les côtes et cultivé par les Kanacks. Dès 1864, nous avons cru, M. Gris et moi, devoir attirer l'attention des botanistes et particulièrement des voyageurs sur quelques Palmiers de la Nouvelle-Calédonie, que nous signalaient des échantillons, la plupart très-imparfaits, recueillis par MM. Pancher, Vieillard et Deplanche.

» Ces espèces étaient au nombre de six; toutes furent rangées dans le genre *Kentia* de Blume : presque toutes étaient très-incomplétement con-

nues, manquaient de feuilles et ne présentaient que des portions d'inflorescence et des fruits.

» Les nouvelles recherches de M. Balansa et les collections rapportées par M. Pancher ont non-seulement complété nos connaissances sur ces espèces et confirmé leur distinction, mais ont porté à dix-huit le nombre de ces formes diverses.

» Leur étude sur des matériaux beaucoup plus complets, quoiqu'ils présentent encore quelques lacunes, montre que ces Palmiers forment trois groupes bien distincts, dont l'un rentre dans le genre *Kentia*, tel qu'il a été défini par Blume, et les deux autres, quoique s'en rapprochant beaucoup et appartenant également aux Arécinées, dont les graines ont un albumen corné non ruminé, s'en distinguent cependant, soit par leurs fleurs mâles, soit par quelques points de l'organisation de leur fruit. Je séparerai d'abord, sous le nom de *Kentiopsis*, trois espèces qui diffèrent des *Kentia* par leurs fleurs mâles, qui renferment des étamines très-nombreuses, de vingt à cinquante, réunies au centre de la fleur, sans qu'on puisse y reconnaître de disposition symétrique; leur fruit, souvent assez volumineux, est droit et régulier comme celui des vrais *Kentia*.

» Nous avions déjà distingué, sous le nom de *Kentiæ spuriæ*, trois espèces dont le fruit présentait une forme toute particulière, due au développement, on pourrait dire excentrique, de la loge fertile, formant une sorte de bosse latérale et déterminant la position latérale et quelquefois presque basilaire des stigmates persistants.

» La constance de ce caractère, dans douze espèces de Palmiers propres, jusqu'à ce jour, à la Nouvelle-Calédonie, jointe à une nature fort différente du péricarpe, plus charnu et non fibreux, m'a paru permettre d'élever cette section au rang de genre. Je désigne ces plantes sous le nom de *Cyphokentia* (de κῦφος, bosse); toutes, à l'exception d'une seule, ont six étamines comme les *Kentia;* une seule en présente douze, disposées régulièrement sur un seul rang.

» Une autre espèce se distingue par ses spathes persistantes à la base d'un spadice dressé, et si ce caractère, qui donne un aspect tout particulier à son inflorescence, se représentait dans d'autres espèces, il pourrait donner naissance à un groupe très-naturel.

» Mais ce qui doit frapper au point de vue géographique, c'est de voir ce nombre déjà considérable d'espèces appartenir exclusivement à un groupe spécial, celui des Kentiées, et aucun des autres genres si répandus dans les îles de la Malaisie et de l'Océanie ne se montrer ici; c'est un

nouvel exemple de la nature, souvent si particulière, de la flore de la Nouvelle-Calédonie.

» Je vais donner ici les caractères distinctifs de ces divers Palmiers, en indiquant, pour les genres, seulement ceux qui les séparent des genres voisins, sans énumérer ceux qui sont communs à toute cette sous-tribu des Arécinées, qu'on peut appeler les Kentiées, et qui sont les suivants : spadices entourés par deux spathes complètes, portant sur leur rameaux, surtout vers leur base, des fleurs ternées, la médiane femelle et les latérales mâles; fruits monospermes à péricarpe fibro-charnu; graine contenant un albumen corné non ruminé. Embryon basilaire.

» Quant au port, ce sont tous des Palmiers à feuilles pinnatifides, longuement engaînantes, tantôt très-grandes, atteignant plus de 3 mètres de long, tantôt très-courtes, à folioles pinnées, régulières ou s'insérant sur le rachis par une base plus ou moins large et plissée, à spadices soit dressés soit plus souvent recourbés à leur base et à rameaux pendants.

Kentiopsis. — Flores masculi, stamina numerosa, 20-50 in centro floris congesta, rudimento pistilli nullo vel minimo.

Fructus symetricus ellipsoideus, stigmatibus persistentibus apice superatus, pericarpio fibroso-carnoso.

1. Kentiopsis macrocarpa.

Folia rachi supra plana, infra convexa, foliolis suboppositis lineari-lanceolatis. Spadix ramis plerisque simplicibus elongatis approximatis, floribus masculis, petalis lanceolatis-acutis, sepalis multo longioribus, staminibus numerosis (circiter 40). Fructus ellipticus 3-4 cent. longus, fibro-carnosus, areola circulari et stigmatibus tribus apice notatus.

Kentia macrocarpa, Vieill. ex Pancher in *Herb.*

Hab. bois près Kanala, 800 mètres (Bal., n° 1956). Mont Arago, 800 mètres (Bal., n° 1958). Mont Nekou, 500 mètres (Bal., 771[a]). — Près Nouméa, 500 mètres (Bal., n° 2911). — Ile Ouin (Bal., n° 647).

2. Kentiopsis divaricata.

Folia rachi triangulari supra carinata, foliolis alternis. Spadix paulo supra basim ramosus, ramis brevibus arcuatis et divaricatis, floribus masculis sepalis oblongis obtusiusculis, staminibus 25-30. Fructus olivæ formam et magnitudinem referens, vix carnosus, fibrosus.

Kentia polystemon, Panch., in *Herb.*

Hab. mont Congui (Panch., n° 765). Baie Prony (Bal., n° 1969). Près d'Unio (Bal., n° 1969[a]). — Bourail, 600 mètres (Bal., n° 770.) — Daaoui de Hero (Bal., n° 770[a]).

3. Kentiopsis olivæformis.

Folia rachi tetragono, foliolis suboppositis. Spadix prope basim ramosus, ramis crassis iterum ramosis elongatis fastigiatis, nec divaricatis, floribus masculis, petalis ellipticis, staminibus circiter 20 (18-24). Fructus olivæformis ovalis, stigmate tridentato superatus.

Kentia olivæformis Ad. Br. et Gris, in *Ann. Sc. nat.*, 5e série, t. II, p. 161.

Hab. Kanala (Vieill., n° 1281). — Bords de la Nera près Bourail (Bal., n° 766).

KENTIA, Blume. — Flores masculi : stamina sex sepalis et petalis opposita, rudimento pistilli crasso.

Fructus symetricus ellipsoideus, stigmatibus persistentibus, apice superatus; pericarpio fibroso-carnoso.

1. KENTIA ELEGANS.

Folia rachi infra convexa, supra plana, foliolis alternis approximatis, infra ad nervum medium paleaceis. Spadix ramis prope basim nascentibus crassis, ramulis elongatis apice floribus masculis tantum onustis, fructus oblongo-ellipticus acutus, superficie tenue granulosa.

Kentia elegans, Ad. Br. et A. Gris, *loc. cit.*, p. 160.

Hab. Puebo (Vieill., nos 1283 et 1286). Bois au-dessus de Balade (Bal., 3122).

2. KENTIA VIEILLARDI.

Folia rachi applanata subancipite, foliolis suboppositis remotis. Spadix arcuatus ramis pendulis apice masculis. Fructus ovales carnosi? siccitate deformes, superficie granulosa, seminibus superne oblique truncatis vel depressis.

Kentia Vieillardi, Ad. Br. et A. Gris, *loc. cit.*, p. 162.

Hab. Kanala (Vieill., 1285; Bal., 1962a), près la Conception (Bal., 1962).

3. KENTIA FULCITA.

Caulis basi radicibus aereis lœvibus fulcitus (ex Balansa) folia.... Spadix brevis, dense ramosus, floribus approximatis, masculis sepalis ovatis petala elliptica subæquantibus. Fructus ovoideus superne attenuatus et subincurvus, stigmatibus tribus apice notatus; pericarpio dense fibroso.

Hab. dans les bois de la Baie-Prony (Bal., 1960).

Très-voisine du *K. exorhiza* Wendl. (Seemann, *Fl. vitiensis*, p. 269, tab. 78), elle en diffère par ses racines aériennes, lisses et non épineuses, et par quelques différences dans la forme des fleurs; ses feuilles nous sont inconnues.

CYPHOKENTIA. — Flores masculi : stamina sex vel rarius duodecim una serie inserta; fructus non symetricus, globosus vel ellipsoideus, uno latere evolutus, gibbosus, stigmate tridentato persistente laterali vel subbasilari notatus; pericarpio tenui parce carnoso vix fibroso, endocarpio chartaceo.

§ I. — SPATHÆ DUÆ APPROXIMATÆ CADUCÆ.

A. Dodecandræ.

1. CYPHOKENTIA MACROSTACHYA.

Folia..... spadix basi incurvus, ramis prope basim nascentibus, iterum ramosis, ramulis simplicibus elongatis pendulis; floribus masculis, staminibus 12 una serie insertis et basi in annulo unitis. Fructus ellipticus stigmate paulo supra basim notatus.

Kentia macrostachya, Panch. in *Herb*.

Hab. mont Congui, à 700 mètres (Panch., 640). Mont Arago, vers 800 mètres (Bal., 1970).

B. Hexandræ.

* *Spadicis ramuli glabri.*

2. Cyphokentia Balansæ.

Folia rachi supra profunde sulcata, foliolis lineari-lanceolatis. Spadix dependens, elongatus, parte inferiori nuda ultra metrum extensa, gracilis cylindrica, versus apicem ramosus, ramis lateralibus patentibus vix ramosis, a basi ad apicem flores masculos et fœmineos ferentibus. Fructus sphæricus, stigmatibus latere prope apicem notatus; pericarpio carnoso, externe crustaceo, tenuissime granuloso.

Hab. mont Arago, vers 800 mètres (Bal., 1961).

3. Cyphokentia Pancheri.

Folia brevia inæqualiter pinnatisecta, rachi trigona pruinosa, foliolis plerisque basi lata multiplicatis apice integris acuminatis, junioribus infra sericeis vel furfuraceo-squamulosis. Spadix incurvus ramis gracilibus pendulis angulosis glaberrimis (in varietatibus brevioribus arcuatis) basi tantum fructiferis, apice masculis. Fructus globosus, pericarpio carnoso deformis, stigmatibus medio lateris notatus.

Kentia Pancheri, Ad. Br. et A. Gris, *loc. cit.*, p. 165.

Hab. mont Dore, 1000 mètres (Panch.) ; mont Humboldt, 900 mètres (Bal., 1965); baie Prony (Bal., 648, 1965); entre Bourail et Kanala, 700 mètres (Bal., 765); près de Messioncoué (Bal., 1966).

4. Cyphokentia robusta.

Folia....

Spadix patens nec reflexus, basi ramisque prope basim nascentibus crassissimis, divergentibus; ramulis rigidis flexuosis. Fructus oblongo-ellipsoideus paulo incurvus prope basim stigmatibus notatus; pericarpio parce carnoso, endocarpio chartaceo.

Hab. près la table d'Unio, 500 mètres (Bal., 1971).

5. Cyphokentia Humboltiana.

Folia rachi supra canaliculata, foliolis subopposítis, linearibus, infra versus basim sparse furfuraceis. Spadix ramis incurvis crassis. Fructus sphæricus latere prope apicem stigmatibus notatus; pericarpio lœvi crustaceo non fibroso; endocarpio crustaceo.

Hab. mont Humboldt, 800 mètres (Bal., 3593).

6. Cyphokentia bractealis.

Folia rachi superne carinata, foliolis alternis lineari-lanceolatis apice attenuatis. Spadix brevis patens (nec reflexus) prope basim ramosus, ramis numerosis bractea longe subulata rigida stipatis; ramulis ultra medium tantum floribus masculis minimis dense approximatis onustis. Fructus globosus lœvis stigmatibus medio latere notatus; endocarpio crustaceo non fibroso.

Hab. dans les montagnes, entre Bourail et Kanala, 700 mètres (Bal., 708). Mont Arago, 800 mètres (Bal. 1968). Mont Peuari, 700 mètres (Bal., 3591). Messioncoué (Bal., 1908[a]).

Spadicis ramuli inter flores tomentosi.

7. Cyphokentia Deplanchei.

Caulis gracilis arundinaceus, folia rachi brevi trigona furfuracea, superne sulcata, foliolis paucis dissimilibus, basi latitudine inæqualibus. Spadix erectus vel patens brevis, ramis bracteis acutis rigidis stipatis, ramulis nigro-puberulis, floribus approximatis versus apicem tantum masculis. Fructus subglobosus vel obovalis, latere supra medium stigmatibus notatus, endocarpio crustaceo non fibroso.

Kentia Deplanchei, Ad. Br. et A. Gris, *loc. cit.*, p. 163.

Hab. montagnes près de Kanala (Deplanche, n° 166). Mont Humboldt, 1000 mètres (Balansa, n° 1967).

8. Cyphokentia eriostachys.

Caulis arundinaceus gracilis, folia rachi obtuse trigona, foliolis numerosis latitudine æqualibus apice longe attenuatis, ad nervos furfuraceis vel squamulosis. Spadix basi recurvus, ramosus, ramulis pendulis densifloris, rachi candide tomentosa. Fructus subsphæricus, parvus, stigmatibus latere supra medium notatus.

Hab. mont Congui (Panch., 764), mont Mou (Panch., 762), près de la Conception (Bal., 2192).

9. Cyphokentia Billardieri.

Folia rachi obtuse trigona, foliolis dissimilibus plus minusve latis et plicatis, supra glaberrimis, infra ad nervos squamulosis. Spadix rigidus erectus vel patens (nec reflexus), ramis divergentibus angulosis glabris, bracteis truncatis vel nullis, ramulis floriferis paulo crassioribus cylindricis, inter flores cinereo-tomentosis. Fructus parvus, sphæricus, stigmatibus latere supra medium notatus; pericarpio parce carnoso non fibroso, endocarpio crustaceo.

Hab. forêts, près de Balade, 500 m. (Bal., 3123).

10. Cyphokentia surculosa.

Caulis tenuis arundinaceus, surculos emittens (Pancher), foliis brevibus, rachi gracili obtuse trigona (parte superiore plana), foliolis angustis glabris. Spadix erecto-patens vel subreflexus, ramis bracteis acutis rigidis stipatis, ramulis brevibus, inter flores nigro-puberulis. Fructus globosus stigmatibus latere supra medium notatus.

Palmier drageonant, Panch. in *Herb.* (*partim*).

Hab. mont Mou (Panch., *Mus. Neo-Caled.*, n° 763).

11. Cyphokentia gracilis.

Caulis arundinaceus gracilis, folia longe vaginantia, rachi brevi, tenui, obtuse trigona subcylindrica, foliolis paucis distantibus, latitudine inæqualibus et basi lata sæpe multiplicatis. Spadix patens vel basi vix recurvus, ramis divergentibus rigidis dense puberulis; floribus approximatis versus apicem ramulorum plerumque masculis. Fructus sphæricus parvus, parce carnosus, lœvis, stigmatibus latere ad medium notatus.

Kentia gracilis, Ad. Br. et A. Gris., *loc. cit.*, p. 164.

Hab. montagnes, près de Balade (Vieill., n° 1288, Pancher), mont Mi, entre Bourail et Kanala, 1000 m. (Bal., 769), mont Arago, 800 m. (Bal., 1963 et 1964).

§ II. — SPATHÆ REMOTÆ AD BASIM SPADICIS PERSISTENTES.

12. CYPHOKENTIA VAGINATA.

Caulis humilis arundinaceus, folia longe vaginantia, petiolo et rachi cylindrico, foliolis suboppositis lanceolatis acuminatis glabris. Spadix erectus elongatus spathis duobus coriaceis, persistentibus, distantibus, basi involutus et vaginatus, inferiore compressa, superne bialata et apice fissa, superiore elongata apice bifida. Spadix fructiferus ramis subsimplicibus erectis gracilibus; flores masculi hexandri. Fructus ellipticus prope basim stigmatibus persistentibus notatus, pericarpio tenui, endocarpio cartilagineo.

Hab. les montagnes près de Ounia (Bal., 3056; Panch., 640, sans localité).

BOTANIQUE. — *De la théorie carpellaire d'après des Renonculacées* (suite); par M. A. TRÉCUL.

« Dans ma Communication du 31 mars (t. LXXV, p. 795), j'ai supprimé, faute d'espace, ce que j'avais à dire des carpelles monospermes des Renonculacées, et j'annonçai l'intention d'en faire l'objet d'une autre Communication. C'est le résumé de ce travail que je présente à l'Académie, en y ajoutant de nouveaux exemples que la saison qui vient de s'écouler m'a permis d'étudier; tous justifient l'opinion que j'ai émise, savoir, que le fruit n'est pas le résultat d'une modification de la feuille.

» J'ai dit que ces carpelles monospermes sont insérés par un seul faisceau, soit au fond de mailles du système vasculaire, soit le long des cordons qui forment ces mailles ou qui terminent l'axe en se prolongeant librement vers le haut du réceptacle, et j'ai cité comme offrant de beaux types de cette insertion l'*Anemone coronaria* et l'*Adonis vernalis;* j'y joins le *Ranunculus sceleratus*, comme exemple des plus remarquables parmi les Renoncules.

» Arrivé dans la base de l'ovaire, le faisceau d'insertion de chaque carpelle peut produire deux faisceaux seulement : l'un dorsal monte, sans se ramifier, jusqu'auprès du stigmate; l'autre ventral s'étend jusque vers le sommet de la loge, d'où il envoie un prolongement dans l'ovule unique, qui est anatrope et pendant (*Anemone virginiana, coronaria; Clematis Gebleriana*). Il en est de même dans la fleur du *Clematis calycina* et de l'*Hepatica triloba;* mais, à un âge plus avancé de l'*H. triloba*, il naît de chaque côté du point d'attache du faisceau ovulaire une courte branche, en sorte que le faisceau ventral ou placentaire est alors terminé par une fourche, au fond de laquelle est fixé le faisceau ovulaire.

» Chez quantité d'espèces une telle fourche existe déjà dans la fleur au

sommet du faisceau placentaire (*Clematis recta, angustifolia, Viorna, campaniflora, Viticella, cylindrica, integrifolia, cœrulea, maritima, Atragene alpina, Anemone sylvestris, pensylvanica*). Le plus souvent dans ces plantes les extrémités des branches de la fourche sont libres, mais parfois elles joignent le dorsal dans la base du style ou un peu plus haut. Dans le *Clematis campaniflora* j'ai toujours trouvé une seule des branches ainsi réunie au faisceau dorsal dans le style.

» Nous venons de voir que le faisceau placentaire, simple à sa base, peut devenir fourchu au sommet de la loge. Il en est de même dans les *Thalictrum*, dont il sera question plus loin. Chez les *Ficaria ranunculoides, grandiflora* et divers *Ranunculus*, dont l'ovule anatrope est dressé près du bas de la loge, le faisceau placentaire est bifurqué un peu au-dessus de sa base, et dans la jeunesse il est souvent représenté par un court moignon vasculaire, du sommet duquel partent plus tard le faisceau ovulaire et les deux placentaires (*R. parviflorus, Flammula, acris, procerus, Cymbalariæ,* etc.). Chez d'autres Renoncules les deux faisceaux placentaires et le faisceau ovulaire sont attachés avec le dorsal directement au sommet du faisceau basilaire ou d'insertion. Ces deux faisceaux du placenta montent le long de la face ventrale de l'ovaire, et sont opposés au faisceau dorsal qui suit la face postérieure du pistil. A un âge plus ou moins avancé les deux faisceaux placentaires vont s'unir au dorsal au-dessous du stigmate.

» Dans les *Ranunculus Flammula* et *sceleratus*, chacun des trois faisceaux, ainsi réunis au sommet et à la base, reste simple. Dans le *Ficaria grandiflora* un petit rameau part de chaque placentaire, à la hauteur du sommet de la loge à peu près, et se termine au-dessus de celle-ci dans le tissu cellulaire sans atteindre le dorsal. Dans le *Ranunculus Lingua* ces deux rameaux arrivent au dorsal et s'unissent avec lui. Dans les *R. parviflorus, affinis, muricatus, repens, trilobus, acris, aduncus, procerus*, ces deux rameaux, partant des faisceaux placentaires comme il vient d'être dit, passent au-dessus de la loge, contournent celle-ci et se prolongent sur la face postérieure, au voisinage du faisceau dorsal jusqu'au bas de l'ovaire, où leur extrémité se pose sur la base des placentaires qu'ils rejoignent là, ou sur celle du dorsal, ou dans l'angle formé par cette base du dorsal et des placentaires. Vers le milieu de leur course ces singuliers rameaux sont parfois unis avec le dorsal par un court filet vasculaire (*R. aduncus, acris, procerus*) (1).

---

(1) Le développement de ces divers faisceaux des *Ranunculus* est bien digne d'être noté. C'est le faisceau dorsal qui apparaît le premier. Il décrit, dans le jeune pistil, une courbe en

» Dans le *Ceratocephalus falcatus* dont chaque carpelle a, comme les *Ranunculus*, un faisceau dorsal et deux placentaires, ces deux derniers émettent d'abord quelques vaisseaux qui s'étendent en arrière de la partie supérieure des larges protubérances opposées à la loge; puis, vers le bas de la longue corne qui surmonte celle-ci, chaque placentaire produit, l'un

---

forme de faucille, dont le faisceau d'insertion représente le manche (*R. parviflorus, acris, aduncus, Flammula, asiaticus, trilobus*). Il arrive, au moins dans le *R. Cymbalariæ*, que la faucille est interrompue dans sa partie moyenne, c'est-à-dire que, entre les vaisseaux inférieurs qui constituent la base du croissant de la faucille, et la partie supérieure de ce croissant, il y a un intervalle dépourvu de vaisseaux. L'accroissement se fait donc à la fois de bas en haut et de haut en bas. Nous allons voir que ce double développement n'est pas un fait isolé. Quand la faucille est formée, il se montre, à l'insertion de celle-ci sur le manche, c'est-à-dire du dorsal sur le faisceau basilaire, un court moignon vasculaire, opposé au dorsal; il peut être seul (*R. parviflorus, Flammula, acris, Cymbalariæ*), ou bien il est déjà surmonté de l'unique faisceau ovulaire (*R. asiaticus, Lingua, Ficaria ranunculoides*, etc.). Plus tard apparaissent les deux faisceaux placentaires. Leur évolution m'a fait voir quelquefois le double développement que je signalais tout à l'heure dans le dorsal du *R. Cymbalariæ*. Je l'ai observé dans les placentaires des *R. sceleratus, procerus*, et aussi dans ceux du même *R. Cymbalariæ*, qui le présente encore dans des faisceaux qui s'étendent sur ses faces latérales. Dans ces trois plantes, on trouve parfois séparées la partie supérieure de ces placentaires et la partie inférieure, qui peut porter déjà le faisceau ovulaire. Le segment supérieur peut même se ramifier avant que ses vaisseaux soient unis à ceux de la base de l'ovaire. Le *R. procerus* montre cela, mais il fait voir aussi de jeunes placentaires complets sans ramification. Le rameau que chaque placentaire produit ainsi sur sa face interne se dirige par-dessus la loge vers le dorsal. Il peut descendre alors dans le voisinage de celui-ci, sans s'unir à lui, en suivant la face postérieure de l'ovaire jusqu'au bas de la loge, où il se réunit aux faisceaux de cette partie, comme je l'ai dit. Cet allongement a été suivi plusieurs fois dans le *R. parviflorus;* mais il n'en est pas toujours ainsi. Dans plusieurs espèces, le rameau parti d'un placentaire, après son passage au-dessus de la loge, s'est uni au dorsal, et un peu plus tard on le trouvait prolongé, comme dans le cas précédent, jusqu'au bas de l'ovaire. Dans de tels cas donnés par les *R. aduncus* et *acris*, j'ai vu qu'un fascicule, parti du bas de l'ovaire, montait près du dorsal et finissait par s'unir au rameau correspondant venu d'un placentaire. Il y avait donc là encore un double développement. Ces rameaux transverses des placentaires sont fréquemment surmontés, au-dessus de la loge, d'un petit rameau renflé au sommet en pinceau aigu, dressé parallèlement au dorsal, et symétriquement opposé au placentaire correspondant. Il ne naît le plus souvent qu'après le rameau transverse qui le porte, et parfois quand celui-ci est déjà descendu fort bas sur la face dorsale de l'ovaire. Pourtant il arrive qu'il naît de bonne heure, isolément, avant que le faisceau transverse, auquel il s'unira plus tard, soit parvenu au-dessous de lui. Quand le tout est bien développé, ce petit faisceau dressé suggère l'idée que le faisceau qui descend le long de la face dorsale est son propre prolongement, et que le faisceau transverse parti du placentaire n'est qu'un trait d'union, ce que ne justifie pas le mode de développement.

au-dessus de l'autre, deux rameaux qui montent avec lui et le dorsal dans l'intérieur de la corne; le rameau supérieur monte à petite distance du placentaire auquel il est fixé; le rameau inférieur se bifurque, et ses deux branches très-inégales montent entre le précédent et le dorsal. Ces divers faisceaux sont étendus, dans le fruit, sur le tissu ligneux qui continue, au milieu de la corne, la couche fibreuse de la face interne du péricarpe.

» Dans le *Ranunculus asiaticus* les deux placentaires émettent sur leur face interne, au-dessus de la loge, de petits rameaux qui montent dans le tissu moyen du style court et épais. De très-petits rameaux aussi naissent de chaque côté du dorsal, vers le haut de la loge également, et montent de même dans le tissu moyen du style, où ils s'unissent à ceux qui sont venus des placentaires.

» A coté du *R. asiaticus* peut être cité le *R. chœrophyllos* comme offrant, vers le haut du jeune fruit, quelques rameaux des placentaires et du dorsal. Ceux du dorsal descendant plus bas que dans l'espèce précédente donnent lieu à un peu plus de complication.

» Dans les exemples qui viennent d'être décrits, les larges faces latérales du fruit sont dépourvues de faisceaux vis-à-vis de la loge. Je vais signaler maintenant des plantes qui présentent des faisceaux diversement distribués sur ces deux larges côtés.

» Chaque face latérale du fruit du *R. Cymbalariæ* est parcourue longitudinalement par plusieurs faisceaux qui, nés d'un double développement, comme il a été dit plus haut, s'étendent de la partie inférieure du faisceau dorsal ou des placentaires à la partie supérieure de l'un ou de l'autre de ces faisceaux, auxquels ils sont unis de manière à former un petit nombre de grandes mailles allongées verticalement.

» Chez les *Thalictrum*, chaque carpelle est muni d'un nombre de côtes saillantes variable suivant les espèces. Il y en a quatre dans le *T. aquilegifolium*, huit dans les *T. cinereum, flavum, exaltatum*, etc., douze dans les *T. fœtidum* et *sylvaticum*. A chacune de ces côtes (qui deviennent des ailes dans le *T. aquilegifolium*), correspond un faisceau longitudinal comme elles. De ces quatre, huit ou douze faisceaux l'un est dorsal; un autre est ventral et placentaire; tous les autres sont latéraux. Ces derniers sont insérés soit au sommet de l'unique faisceau basilaire ou d'insertion, soit à la partie inférieure du faisceau dorsal ou du placentaire, soit sur l'une de ces nervures latérales.

» Le faisceau placentaire, qui présente souvent deux petits groupes vasculaires latéraux sur les coupes transversales (*T. cinereum, flavum, fœti-*

dum, sylvaticum), semble formé de deux faisceaux accolés; il se bifurque près du haut de la loge, et dans la bifurcation s'insère le faisceau de l'ovule. Là, près du sommet, les faisceaux de chaque côté de l'ovaire, s'unissant entre eux et avec la branche correspondante de la fourche, il en résulte que, dans l'apicule qui porte la lame stigmatique, il n'y a plus que cinq, puis trois faisceaux, et, enfin, un seul par la fusion de ces trois faisceaux supérieurs.

» Un aspect tout différent est offert par la ramification des faisceaux des jeunes fruits du *Ranunculus aconitifolius*. Plusieurs rameaux, insérés à diverses hauteurs sur les placentaires et sur le dorsal, s'étendent sur les faces latérales, y contractent quelques anastomoses, et commencent à rappeler la nervation plus complexe des *Aconitum* et des *Delphinium* que j'ai décrits antérieurement.

» La réticulation des faisceaux du fruit des *Ranunculus arvensis* L. et *tuberculatus* Kit., qui se ressemblent beaucoup, montre une particularité fort remarquable. Les faces latérales du fruit sont couvertes de proéminences coniques, au milieu de chacune desquelles s'élève un prolongement de la couche fibreuse interne. Un réseau de faisceaux fixés aux placentaires et au dorsal couvrant ces faces et la couche fibreuse, tout faisceau opposé à une proéminence est soulevé par elle; il semble y monter d'un côté et descendre de l'autre. Il la parcourt ainsi à la surface du tissu fibreux central (1).

» Les *Adonis vernalis, æstivalis* et *autumnalis*, qui ont aussi deux faisceaux placentaires dès la base de l'ovaire, et malgré cela un ovule pendant, attaché plus haut sur l'un de ces faisceaux, offrent aussi un réseau assez compliqué, produit par des rameaux insérés d'une part sur les placentaires, d'autre part sur le dorsal.

» Tous les fruits monospermes dont les côtés sont revêtus d'un réticule de faisceaux insérés, les uns sur les placentaires, les autres sur le dorsal, conduisent évidemment à la même conclusion que ceux des *Aconits* et des *Delphinium*, c'est-à-dire que le pistil et le fruit ne sont pas formés par une feuille modifiée. Il faut nécessairement admettre, pour les motifs que j'ai donnés page 801 du tome LXXV, que le fruit est d'une constitution particulière, ou qu'il est composé de trois feuilles transformées, ou d'une seule tripartite, ce qui serait également contraire à la théorie.

(1) Le *Ranunculus muricatus*, qui a de telles proéminences avec tissu ligneux central, est dépourvu d'un pareil réseau.

» En ce qui regarde le pistil des *Anemone* et des *Clematis*, qui n'a qu'un placentaire simple ou fourchu au sommet, et celui de la plupart des *Ranunculus*, qui a deux placentaires simples, ou munis chacun d'un rameau près du sommet, il est clair qu'il faudra vigoureusement torturer les faits pour les ramener à la structure des feuilles les plus réduites des mêmes plantes, lesquelles feuilles je ne puis malheureusement pas décrire ici.

» Je vais terminer cette Communication en donnant quelques exemples nouveaux de la nervation de fruits polyspermes, dont plusieurs sont fournis par des genres que je n'avais pas étudiés sous ce rapport.

» Les espèces qui se rapprochent le plus de l'*Eranthis* et des *Helleborus*, qui donnent les cas les plus simples parmi ceux que j'ai cités dans ma précédente Communication, sont des *Caltha* et des *Trollius*.

» Dans les *Caltha palustris, flabellifolia* et *radicans*, les faisceaux placentaires portent seuls des faisceaux secondaires, qui se ramifient en dirigeant leurs extrémités et celles de leurs ramules vers la nervure médiane, à laquelle ils n'arrivent pas. Ces faisceaux secondaires et tertiaires ne s'anastomosent qu'assez rarement entre eux. Le faisceau dorsal qui est sans connexion avec ces faisceaux transverses ne saurait donc être regardé comme la nervure médiane d'une feuille.

» Dans les *Trollius europæus* et *asiaticus*, un espace assez considérable à la base du fruit est dépourvu de faisceaux transverses. Les faisceaux secondaires qui existent plus haut montent des placentas vers la nervure dorsale, qu'ils atteignent le plus souvent; mais leur direction étant en sens inverse des nervures pinnées des feuilles ordinaires, on ne saurait admettre que le carpelle soit formé par une feuille.

» Chez les *Aquilegia sibirica, canadensis, alpina, fragrans, glandulosa*, les faisceaux secondaires, qui sont tous insérés sur les faisceaux placentaires, sont tellement ascendants, qu'une partie de leur course ou de leurs ramifications est à peu près parallèle à celle de la nervure médiane, que leur extrémité n'atteint pas. Ces faisceaux ont la même disposition que ceux de l'*Aquilegia vulgaris* que j'ai signalée le 31 mars. Ils ne contractent entre eux que d'assez rares anastomoses, et ne constituent pas un réseau proprement dit, ou du moins bien compliqué et comparable à celui des *Delphinium* et des Aconits.

» L'*Aquilegia dahurica* effectue la transition aux carpelles qui offrent à la fois des nervures secondaires, que je qualifierai de placentaires, à cause de leur insertion, et des nervures secondaires dorsales. Dans cette espèce,

les nervures insérées sur les placentas existent sur toute la longueur du fruit, et sont ascendantes comme celles des autres *Aquilegia* cités; mais, en outre, il y a, sur les deux tiers inférieurs de la hauteur et de chaque côté de la nervure médiane, de courtes nervures secondaires pinnées, qui ne s'allient même pas ou rarement par leur extrémité avec les nervures secondaires venues des placentas jusqu'auprès d'elles.

» L'*Isopyrum fumarioides* et le *Cimicifuga fœtida* présentent aussi deux sortes de faisceaux secondaires, quoique avec un aspect un peu différent; et de même les rameaux de la nervure médiane, qui n'existent que dans la moitié inférieure du fruit, ne communiquent pas, ou seulement rarement, avec les rameaux des placentaires, en sorte que le commencement du réseau bien imparfait observé est produit principalement par quelques anastomoses que les faisceaux secondaires insérés sur les placentas contractent entre eux, et aussi par des anastomoses plus rares encore des rameaux de la nervure médiane.

» Au contraire, l'*Aconitum Stoerkianum* montre un réseau bien dessiné, quoique peu compliqué, à la formation duquel prennent part, par leur rencontre, les deux sortes de nervures secondaires et leurs ramifications. La réticulation est bien plus complexe chez l'*Aconitum paniculatum*, et les rameaux de la nervure médiane, qui concourent à cette production, sont bien plus faibles que les rameaux des faisceaux placentaires, ainsi que dans l'espèce précédente et dans les Aconits que j'ai nommés antérieurement.

» Un tel réseau se retrouve à des degrés divers dans les *Delphinium dictyocarpum*, *triste*, *cardiopetalum*, *grandiflorum*, *cheilanthum*, *formosum*, *revolutum*, *albiflorum*, etc. Dans toutes ces espèces, les faisceaux secondaires insérés sur les placentas sont également beaucoup plus forts que les rameaux de la nervure médiane. Unis aux faisceaux qui montent de la base des carpelles, ils composent parfois la nervation presque sans le concours des rameaux de la nervure médiane, qui peuvent être presque nuls, par exemple dans le *D. grandiflorum*, où ils sont réduits à de très-courts traits d'union obliques. J'ai déjà dit que, dans les carpelles du *D. ornatum*, ce sont les rameaux du faisceau dorsal qui, au moins souvent, prédominent sur ceux des placentaires.

» Chez les *Pæonia*, la structure du pistil ne se concilie pas davantage avec celle de la feuille. Il y a aussi dans chaque valve un réseau très-complexe formé par les deux sortes de nervures transverses et leurs divisions, auquel prennent une grande part des faisceaux ascendants de la base du carpelle. Rien dans la constitution de ce réseau ne rappelle la nervation

des feuilles. Le pistil et le fruit des *Pæonia* s'éloignent bien plus encore de la structure foliaire par les nombreuses ramifications que toutes les parties du réseau envoient horizontalement vers la surface du péricarpe, à travers le parenchyme externe. Ces branches, ramifiées en corne de cerf, ont beaucoup d'analogie avec celles que M. Cave a signalées dans le fruit de l'*Æsculus Hippocastanum*, dont je parlerai bientôt. Elles sont composées de petits vaisseaux ordinairement spiralés, accompagnés, à la maturité, de cellules fibreuses à parois épaisses et ponctuées. Dans leur marche à travers le parenchyme, ces rameaux ne s'anastomosent pas entre eux; ils ne sont liés les uns aux autres que par le réseau qui leur sert de base (*P. humilis, papaveracea, tenuifolia, officinalis, albiflora, peregrina, lobata, mollis, arietina*, etc.).

» L'espace ne me permettant pas de développer mes conclusions, je renvoie aux pages 800 et 801 du tome LXXV. Ce court résumé prouve incontestablement que les carpelles des Renonculacées ne résultent pas de la modification des feuilles. Je sais bien qu'il a été écrit, et d'autres botanistes me l'ont répété, que, si les fruits sont des feuilles modifiées, il faut s'attendre à trouver leurs éléments anatomiques avec une disposition autre que celle qu'ils ont dans les feuilles.

» Cette objection est sans valeur, parce que personne n'a prouvé la réalité de la transformation. Ne pouvant discuter aujourd'hui cette assertion, je me bornerai à dire que, si la transformation de la feuille en carpelle avait lieu, on devrait en trouver l'indication dans la jeunesse du pistil. Or il est facile de se convaincre que c'est le carpelle qui est ébauché dès le jeune âge du pistil et non la feuille. Si la structure foliaire n'a jamais existé, on n'a pas le droit de prétendre que le fruit soit une modification de la feuille. Il est évident qu'une feuille qui n'a point été n'a pas pu se transformer. »

GÉOLOGIE. — *Carte géologique détaillée de la France.*

« M. **Élie de Beaumont**, pour répondre aux demandes qui lui ont été obligeamment adressées par plusieurs Membres de l'Académie, ajoute les détails qui suivent à ceux qu'il a déjà communiqués dans la séance du 21 juillet (1), au sujet du mode d'exécution et de publication de la *Carte géologique détaillée de la France*.

» Le titre même de la *Carte géologique détaillée* fait connaître qu'elle est

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXXVII, p. 150.

exécutée sur la Carte topographique de l'État-major, par le Service géologique des Mines, et qu'elle est publiée par le Ministère des Travaux publics.

» Les opérations du service géologique des Mines ont pour objet principal la publication des *Feuilles de la Carte géologique à l'échelle du* 80 000e, accompagnées de *Notices explicatives*.

» On a pris pour point de départ les tracés de la Carte géologique générale, à l'échelle du 500000e, et ceux des Cartes géologiques ou agronomiques départementales et des autres Cartes locales déjà publiées. Mais, en raison des progrès de la Géologie, on n'a pu se dispenser de faire à nouveau, sur la plupart des points, l'exploration détaillée du terrain.

» Pour établir un système géologique uniforme, susceptible d'être appliqué aux différentes feuilles, on a dû exécuter, d'abord en commun, les relevés et les tracés ; les premières feuilles sont, en conséquence, présentées à titre de travail collectif; toutefois, on a tenu à marquer, dès le début, l'adoption du principe de responsabilité personnelle, nettement posé dans la Carte de l'État-major et qu'il importe de faire également prévaloir dans la publication géologique. Les notices explicatives ont donc été rédigées et signées en initiales, par les ingénieurs qui ont été finalement chargés de vérifier les tracés.

» Afin d'augmenter la valeur pratique de la Carte, et surtout en vue des applications agricoles, on a signalé d'une manière générale, par des notations conventionnelles, dans le champ d'affleurement de chaque formation colorié d'une même teinte, les variations locales de nature et d'allure que présente l'ensemble de cette formation; on s'est attaché de plus à préciser l'emplacement, la disposition et la nature des gîtes accidentels ou adventifs de matières spécialement utiles, ainsi que les rapports de gisement.

» Les exploitations de matières minérales ou fossiles d'une utilité spéciale et les ateliers d'extraction et de traitement immédiat de ces substances utiles sont marqués autant que possible sur la Carte.

» Les cartes et les documents utilisés ou consultés sont mentionnés soigneusement, avec les noms des auteurs, dans les cadres des feuilles et dans les notices explicatives, qui relatent aussi le concours apporté, soit par les services ordinaires des Ponts et Chaussées et des Mines, soit par d'autres services publics ou par des particuliers, pour compléter le relevé statistique des établissements industriels.

» Outre la série des feuilles à l'échelle du 80000e , la publication com-

prend les *feuilles* d'une *Carte géologique réduite*, exécutée sur la carte que l'État-major a dressée au 320000e et dont chaque feuille résume seize feuilles de la Carte au 80000e. Elle comprend encore des *fragments géologiques* exécutés sur les fragments topographiques au 40000e, au 20000e, etc., que publie aussi le Dépôt de la Guerre.

» A chaque feuille se rattachent, à titre d'annexes, des *planches* qui contiennent : 1° des *Coupes longitudinales* construites à des échelles diverses, depuis le 80000e jusqu'au 1000e, en tenant compte de la courbure de la terre, et dont quelques-unes se poursuivent sur plusieurs feuilles; 2° des *Sections verticales*, raccordées au besoin par superposition, qui donnent, à des échelles du 1000e, du 500e, du 200e, du 100e, etc., le détail des successions de couches observées dans les coupes naturelles ou artificielles et dans les sondages; 3° des *Perspectives photographiques*, dont les cadres portent un ensemble d'indications destinées à montrer la liaison qui existe entre l'observation sur le terrain et les figurés conventionnels des cartes. Les planches, numérotées, dans chacune des trois séries, suivant l'ordre de leur publication, portent, en outre, les titres et les numéros des feuilles auxquelles elles se rapportent; la corrélation des divers documents annexes d'une même feuille est précisée par les textes qui accompagnent les planches aussi bien que les feuilles.

» Enfin une *Carte d'ensemble* en deux feuilles est dressée en *projection gnomonique*, dans un plan tangent au globe terrestre dont le point de contact est situé sur le méridien de Paris, par 50 grades ou 45 degrés de latitude; elle est, en ce point, à l'échelle du 1000000e. La projection gnomonique, où les grands cercles sont représentés par des droites, a été adoptée en vue de l'étude des faits d'alignement. Un fragment, correspondant à chacune des feuilles au 320000e ou à seize feuilles au 80000e, figure sur la *Feuille d'assemblage* qui accompagne ces seize feuilles réunies en cahier. La feuille d'assemblage porte, en outre, une *Rose de directions* qui offre, rapportées à un point central, les orientations observées ou calculées des alignements géologiques utiles à considérer dans le champ des seize feuilles.

» Toutes les conventions adoptées dans les figurés des cartes et des coupes sont expliquées dans une *Légende géologique générale* et dans une *Légende technique*. Cette dernière présente la nomenclature des substances utiles, établie d'après le système de la collection de *Statistique minérale* fondée à l'École des Mines. La légende géologique générale se compose de vingt-deux feuilles. Les trois premières donnent, sur le système de la Carte, toutes

les explications nécessaires. La quatrième comprend le tableau des notations *lithologiques* et celui des signes et des tracés *stratigraphiques*. Les deux séries de neuf feuilles qui viennent ensuite constituent le tableau de *chronologie géognostique*, où les diverses formations sont rangées par ordre d'ancienneté. Pour y manifester la correspondance des différents types locaux d'une même formation, il a fallu diviser la France en compartiments géométriques, auxquels on a été conduit à donner la forme de secteurs rayonnant autour de points convenablement choisis et appuyés sur des circonscriptions naturelles. La première série correspond à la région occupée, sur le tableau d'assemblage, par les huit secteurs rayonnant autour de Paris; la seconde se rapporte aux deux régions occupées par les quatre secteurs rayonnant de la Teste de Buch et par les quatre secteurs rayonnant du Mont Blanc; chacune des séries est d'ailleurs résumée dans un *Sommaire* en une seule feuille.

» Les relevés géologiques et statistiques étant journellement et indéfiniment perfectibles, l'exécution et la publication de la Carte géologique détaillée sont organisées de manière que chaque feuille ou planche puisse être mise au courant des résultats acquis à la date de chaque nouveau tirage. Outre cette date de tirage, qui est mentionnée dans la partie typographique, chaque exemplaire de feuille ou de planche reçoit en marge, à titre de bon à livrer, une estampille indiquant la date de la vérification exigée par les coloriages et par les figurés qui ne comportent pas encore la reproduction mécanique.

» Les divers ordres de documents qui viennent d'être énumérés ont été coordonnés de manière à constituer un système homogène, offrant un cadre à la fois assez large et assez précis pour qu'un fait géologique quelconque y trouve facilement sa place. En classant méthodiquement tous les termes employés, dans des tableaux où les termes de même catégorie sont nettement définis, on s'est efforcé de combiner un langage et une écriture géologiques qui fussent susceptibles d'une application générale.

» Pour harmoniser convenablement toutes les parties d'un ensemble aussi considérable, il a fallu procéder par approximations successives, en appliquant un premier projet à un certain nombre de feuilles et en lui faisant subir tous les remaniements et les perfectionnements dont l'expérience démontrait l'opportunité. Malgré les retards que cette manière de procéder apportait au début de la publication, on n'a pas hésité à concentrer les efforts du Service sur l'institution d'un système général, indispensable pour mener à bonne fin une entreprise embrassant la France

entière. Il est à remarquer, d'ailleurs, qu'on établit ainsi une base commune d'entente pour les études ultérieures de Géologie et pour celles de Statistique minérale ou de Géographie physique, qui seraient l'objet d'entreprises particulières; l'adoption d'un tel système permettrait évidemment de faire progresser dans les meilleures conditions l'œuvre générale qui, par sa grandeur et sa portée, réclame le concours de tous.

» Les principaux fossiles sont figurés par étage, en *Séries paléontologiques*, dans des planches photographiées.

» Indépendamment des Notices explicatives, les ingénieurs du service rédigent des *Mémoires* ou des *Notes* sur les sujets particuliers étudiés dans leurs explorations ou sur les questions générales qui doivent être résolues pour la coordination des résultats.

» Les travaux de publication, exécutés à l'Imprimerie nationale, à l'aide des procédés typographiques, lithographiques et photoglyptiques, ont été faits sous l'habile direction de M. Derénémesnil, chef du service des travaux, secondé avec autant de talent que d'intelligence par M. Boullet, chef de l'atelier de lithographie, et M. Pihan, chef d'atelier à la typographie.

» M. Élie de Beaumont rappelle qu'il a fait connaître la composition du personnel qui est chargé, sous sa direction, du service de la Carte (*Compte rendu* de la séance du 21 juillet).

» En dehors de ce personnel, il doit encore signaler le savant concours prêté à la partie paléontologique de la publication par M. Bayle, ingénieur en chef, professeur à l'École des Mines, M. Bayan, ingénieur des Ponts et Chaussées attaché au même établissement, et M. Zeiller, ingénieur des mines.

» Il doit aussi mentionner les dessinateurs géographes du Dépôt de la Guerre M. Desmadryl et M. Judenne, au talent desquels on a recours pour l'exécution de la Carte d'ensemble en projection gromonique; enfin les artistes photographes M. Richebourg et M. Marville, auxquels on a confié les travaux de photographie (1). »

---

(1) Le siége de service de la Carte géologique détaillée de la France est établi à Paris, dans le local attenant à l'École des Mines qui se trouve déjà affecté au service de la Carte géologique générale. Le service de la Carte détaillée y constitue un bureau de renseignements géologiques à l'effet de livrer à l'industrie, sur les conditions de gisement des matières minérales, pour les régions déjà relevées, des déterminations correspondant à celles

THERMODYNAMIQUE. — *Démonstration directe des principes fondamentaux de la Thermodynamique. Lois du frottement et du choc d'après cette science* [suite (1)]. Mémoire de M. **A. Ledieu.** (Extrait par l'auteur.)

« IX. *Quantités qui caractérisent : 1° la température absolue d'un corps ; 2° son état physique et constitutif.* — La quantité $\Phi + \frac{\Sigma m a^2}{2}$ spécifie, avons-nous dit dans notre Note précédente, l'état calorifique, à un moment donné, d'un système d'atomes pesants; mais il y a lieu de se demander quelle est la portion de cette quantité qui caractérise ce qu'on appelle la *température,* entendue d'une *manière absolue.* Physiologiquement parlant, il est rationnel de supposer que la portion dont il s'agit est $\frac{\Sigma m a^2}{2}$. En effet, cette somme de forces vives est la seule quantité des deux termes qui constituent l'état calorifique, apte à produire des chocs sur notre individu. D'ailleurs elle a cela de spécifique que tous ses termes changent continuellement de valeurs, d'autant plus, du reste, que les limites extrêmes de chaque *vitesse vibratoire* sont plus écartées. Elle produira donc sur notre corps, soit par contact, soit par rayonnement, entendu comme il a été expliqué antérieurement, des travaux extérieurs calorifiques dont les variations particulières seront de même nature que les siennes. Or on sait que la sensibilité, et en particulier celle du tact, qui nous sert exclusivement à apprécier la température des corps, est excitée chez nous par la succession rapide d'impressions différentes, et s'éteint au contraire sous l'influence continue d'une impression d'intensité constante.

» D'autre part, la température d'un système n'est précisée que quand il

---

que donne le bureau d'essais annexé à l'École des Mines sur la nature et la teneur de ces matières.

En attendant qu'un bâtiment spécial puisse être disposé pour les travaux, les exhibitions permanentes et les communications au public, les séries d'échantillons rapportées à l'appui des relevés géologiques sont conservées dans les locaux dépendant du musée de l'École des Mines, où prennent place également, dans la collection de Statistique minérale, les spécimens de matières utiles recueillies par les explorateurs. La portion de la Carte exposée en 1867 est aussi conservée provisoirement dans la salle des cours du même établissement ; elle forme une toile rectangulaire de 7 mètres de largeur et 5 mètres de hauteur. La Carte totale au 80 000e, étendue au cadre de la carte au 320 000e, régularisé comme dans le tableau d'assemblage, exigera un carré de 16 mètres de côté.

(1) *Voir* les *Comptes rendus* des 14, 21 et 28 juillet, et du 4 août.

y a *équilibre de température* dans toute sa masse. Or nous avons vu, au § V, que tout système de points matériels peut avoir un *équilibre stable*, aussi bien *vibratoire* qu'ordinaire, et qu'en pareil cas la quantité $\frac{\Sigma ma^2}{2}$ demeure constante.

» Cette nouvelle considération, jointe à la précédente, amène à conclure que, si un système donné est supposé avoir une température déterminée, la quantité qui caractérise cet élément n'est autre que la demi-somme des forces vives vibratoires des différents points du système.

» Après avoir interprété au point de vue calorifique la quantité $\frac{\Sigma ma^2}{2}$, considérons au même point de vue l'énergie potentielle Φ.

» Lorsqu'un corps ne change ni de volume, ni d'état physique et constitutif, il peut arriver néanmoins qu'il varie ou non de température.

» Si la température demeure constante, il est bien clair que l'énergie calorifique ne variera pas. La somme $\frac{\Sigma ma^2}{2} + \Phi$ sera donc invariable; et comme, dans notre hypothèse, le premier terme de cette somme est constant, le second, c'est-à-dire Φ, le sera pareillement. Nous allons démontrer qu'il en est de même quand la température varie.

» En effet, de la constance du volume et de l'état du corps il résulte que la trajectoire de chaque atome, relative à une vibration complexe, ne varie pas; seulement la durée du parcours change avec la température, de la même quantité, du reste, pour tous les atomes. Or, si nous considérons, à partir d'un certain moment, deux atomes s'actionnant mutuellement, leurs vitesses respectives auront un rapport déterminé; ce rapport est indépendant de la durée des vibrations, puisque cette durée, quelle qu'elle soit, est sans cesse la même pour tous les atomes, si on suppose la température égale dans toutes les parties du corps, autrement dit, si l'on suppose que sa masse soit incessamment en *équilibre de température*.

» Il suit de là que nos deux atomes occuperont constamment entre eux les mêmes positions relatives que pendant leurs vibrations correspondant à une température fixée arbitrairement.

» Par conséquent, quelle que soit la température à laquelle on considère un système de points matériels, tous ces points ont toujours entre eux les mêmes positions relatives, si le système ne change pas de volume ni d'état physique et constitutif.

» Il résulte de là que $\Sigma mm' \int \psi \rho d\rho$ et par suite Φ conservent la même valeur dans lesdites conditions; donc l'énergie potentielle doit être re-

gardée comme caractérisant l'état physique et constitutif du corps sous un volume donné.

» Rappelons, du reste, que, pour le gaz parfait, il n'y a pas à se préoccuper de cette quantité, car elle y est constamment nulle.

» X. *Expression générale de la température absolue d'un corps. — Capacité calorifique absolue. — Expression de la température en fonction de la force vive moyenne de vibration.* — La température absolue T étant caractérisée par $\Sigma m a^2$, il en résulte que, d'après deux remarques importantes, faites dans notre Note du 28 juillet, elle est indépendante de l'état de mouvement ou de repos de l'*ensemble* du système.

» Dès lors on peut toujours poser

$$\frac{\Sigma m a^2}{2} = k \times \mathrm{E} \times \mathrm{I} \times \mathrm{T} = k\mathrm{E}\frac{\Sigma m}{g}\mathrm{T},$$

k étant un coefficient constant, propre à chaque corps supposé homogène;
g l'accélération des graves;
I le poids du corps $= \frac{\Sigma m}{g}$.

» De l'égalité précédente on tire

$$(12) \qquad \mathrm{T} = \frac{\Sigma m a^2}{2k\mathrm{EI}} = \frac{\Sigma m a^2}{\Sigma m} + \frac{g}{2k\mathrm{E}}.$$

» La température fixée ainsi mathématiquement ne se trouve pas nécessairement proportionnelle aux degrés de tous les thermomètres. Nous démontrons, dans notre Mémoire, qu'elle ne l'est qu'aux degrés du thermomètre à air, qui doit, en conséquence, être regardé comme le véritable mesureur des températures considérées au point de vue théorique.

» Il nous reste à expliquer comment se détermine le coefficient k. Pour cela, on peut toujours imaginer que, l'état physique et constitutif d'un corps restant constant, sa température passe de T à T_1. On aura, pour l'augmentation EQ de l'énergie calorifique du corps,

$$\mathrm{EQ} = \left(\Phi + \frac{\Sigma m a_1^2}{2}\right) - \left(\Phi + \frac{\Sigma m a^2}{2}\right) = k\mathrm{E} \times \mathrm{I} \times (\mathrm{T}_1 - \mathrm{T}),$$

d'où

$$k = \frac{\mathrm{Q}}{c(\mathrm{T}_1 - \mathrm{T})}.$$

» Cette équation montre que k n'est autre que la capacité *calorifique absolue*, définie pour la première fois par M. Hirn, et qui est la seule dont nous ferons usage dans la suite.

» Posons

$$B^2 = \frac{1}{\tau}\int_t^{t+\tau} a^2\,dt,$$

c'est-à-dire égal à la moyenne des carrés des vitesses vibratoires d'un atome d'un corps pendant la durée τ d'une vibration complexe. Je dis que

$$\Sigma ma^2 = B^2\,\Sigma m,$$

si l'ensemble du corps a une température déterminée. En effet, tous les atomes posséderont alors des vibrations identiques; on aura donc, à un moment donné,

$$\Sigma ma^2 = ma^2 + m'a'^2 + m''a''^2 + \ldots = \text{const. } C;$$

puis, à l'instant suivant,

$$ma_1^2 + m'a_1'^2 + m''a_1''^2 + \ldots = C.$$

» En continuant ainsi, de position en position, pour tous les moments de la durée d'une vibration complexe, et en additionnant terme à terme la série des égalités obtenues de la sorte, il viendra

$$m\int_t^{t+\tau} a^2\,dt + m'\int_t^{t+\tau} a'^2\,dt + m''\int_t^{t+\tau} a''^2\,dt + \ldots = \int_t^{t+\tau} C\,dt,$$

d'où

$$mB^2 + m'B^2 + m''B^2 + \ldots = \frac{1}{\tau}\int_t^{t+\tau} C\,dt,$$

soit

$$B^2\,\Sigma m = C = \Sigma ma^2,$$

ce qu'il fallait démontrer.

» Il résulte de là que la valeur de T donnée par la relation (12) pourra s'écrire

(12 *bis*) $$T = \frac{\Sigma m B^2}{2kEI}. \text{ »}$$

TRAVAUX PUBLICS. — *Note sur les travaux publics des États-Unis d'Amérique;* par M. **Belgrand**.

« Depuis la mission dont M. Michel Chevalier a été chargé en 1833, nous n'avions que des notions très-vagues sur les travaux publics des États-Unis d'Amérique, sauf peut-être en ce qui concerne l'outillage des chemins de fer. Le gouvernement français comprit combien cette lacune

était fâcheuse, et, en 1870, un ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, M. Malézieux, fut envoyé en Amérique pour la combler. Les documents rapportés par cet ingénieur ont été une véritable révélation pour ses confrères.

» M. Malézieux était accompagné d'un élève ingénieur, M. Denys. Il trouva partout l'accueil le plus sympathique. Voici l'itinéraire qu'il suivit :

» De New-York, il fit d'abord une excursion vers le Sud, dans la Pensylvanie et la Virginie. Il se porta ensuite vers le Nord et descendit le Saint-Laurent, du lac Ontario à Montréal; puis il se dirigea vers l'Ouest, par Buffalo et le Niagara, Détroit, Chicago, Omaha. Le chemin de fer du Pacifique le conduisit à San-Francisco, d'où il revint par Omaha, Saint-Louis et Cincinnati.

» Un horizon tout nouveau s'ouvrit pour M. Malézieux. Ce qu'il a vu, ce qu'il a appris, il l'a méthodiquement classé en six grandes divisions : routes et ponts, chemins de fer, navigation intérieure, ports de mer, travaux municipaux, objets divers. J'indiquerai d'abord sommairement ici les traits les plus saillants de ce remarquable travail.

» *Ponts.* — Plus de ponts en bois, sauf à titre provisoire; pas de grands ponts en maçonnerie; presque pas de ponts en arc ni à treillis, dits *ponts américains*. La plupart des ponts se construisent plus économiquement avec des travées de 60, 100 mètres et même davantage, en poutres droites, métalliques, à grandes mailles articulées, dont les *semelles* sont reliées par des *liens* verticaux ou inclinés, sans rivets ni boulons, ces liens ne travaillant que dans un seul sens, tension ou compression. Ce type rationnel, dans lequel la *résistance* du métal est partout utilisée intégralement, se subdivise en sept variétés principales.

» Au second plan apparaissent les ponts suspendus. Tandis qu'en Europe ce système de ponts, trop léger et trop mobile, était abandonné partout, et avec raison, à la suite d'accidents graves, tels que celui d'Angers, en Amérique, avec non moins de raison, il était consolidé et complété par l'addition de poutres longitudinales et de haubans. On construit à New-York un pont de 26 mètres de largeur (pont de Brooklyn), dont la travée centrale aura près de 500 mètres d'ouverture.

» Il faut citer surtout les deux ponts du Niagara. Le premier a été construit en 1855, en aval de la célèbre chute; il a 251 mètres d'ouverture d'une seule volée. Il se compose de deux tabliers superposés : l'inférieur sert pour les voitures ordinaires, le supérieur porte une voie de fer. C'est le seul pont suspendu qui serve au passage d'un chemin de fer. Le fléchissement

du tablier, couvert d'un bout à l'autre de wagons de marchandises à pleine charge, n'excède pas $0^m,25$.

» Le second pont du Niagara (pont du Niagara Falls) n'a pas moins de 387 mètres d'ouverture dans sa travée centrale.

» L'air comprimé, cette invention toute française, est appliqué en Amérique sur une échelle inconnue en Europe. Le pont de Saint-Louis est fondé à plus de 30 mètres sous l'eau. Les écluses à air, les ascenseurs sont disposés de la manière la plus ingénieuse. Les fondations du pont de New-York occupent une superficie de plus de 16 ares. Deux cents hommes travaillent à la fois dans la chambre. Ces deux ponts ont donné lieu à une expérimentation importante de l'effet de l'air comprimé sur l'organisme humain et sur le phénomène chimique de la combustion.

» En général, les fondations des points d'appui des ponts exigent des dépenses énormes : c'est ce qui justifie les grandes ouvertures des travées. Les ingénieurs américains ont donc été conduits rationnellement à adopter ces dimensions qui, en Europe, nous paraissent gigantesques.

» *Travaux municipaux.* — Je ne m'occuperai ici que des distributions d'eau. Les ingénieurs américains adoptent généralement le système des dérivations. Ils vont, à d'assez grandes distances, chercher l'eau qui leur semble la meilleure, et la conduisent au point de distribution par l'action de la gravité. Le tracé des aqueducs rencontre naturellement les grands cours d'eau qui sillonnent la contrée, et, comme les ponts coûtent fort cher, il a fallu trouver d'autres solutions pour passer d'une rive à l'autre.

» Quelquefois les tuyaux sont disposés en arc, assemblés à brides et forment eux-mêmes un pont qui s'appuie sur les deux culées; ces ponts sont à deux fins et servent non-seulement au passage de l'eau, mais encore au passage des piétons et même des voitures; d'autres fois la conduite passe en ligne droite au-dessus de la vallée, en s'appuyant, au moyen de supports verticaux, sur une chaîne métallique attachée aux deux tuyaux de rive. La solution la plus hardie consiste à assembler les tuyaux à joints flexibles et à les couler au fond de la rivière, à peu près comme on immerge au fond de la mer le câble d'un télégraphe électrique.

» Quoique fort ingénieuses, ces solutions seront peu imitées chez nous. Ainsi, pour ce qui concerne l'aqueduc de la Vanne, je me suis assuré que, pour franchir les rivières, nous avions économie à poser nos tuyaux sur des ponts maçonnés.

» Les limites de cet article ne me permettent de parler ni des travaux

de *navigation intérieure*, ni des *ports de mer*, ni des *gigantesques appareils de transbordement de Chicago*. J'aborde la question *des chemins de fer*, dans laquelle se renferme aujourd'hui presque tout le système des travaux publics d'une grande nation.

» Nous n'avons qu'une idée assez vague des difficultés contre lesquelles les Américains ont à lutter dans l'exécution des travaux de ce genre; ces difficultés sont souvent telles, que la plupart des ingénieurs européens les considéreraient comme insurmontables. Pour en être convaincu, il faut suivre l'ingénieur français dans le désert que traverse le chemin de fer du Pacifique entre Omaha, sur le Missouri, et la sierra Nevada.

» Cette traversée est de 2600 kilomètres, deux fois plus grande que la voie ferrée de Cologne à Paris et à Marseille. En quittant le Missouri, près d'Omaha, on franchit d'abord, sur une longueur égale à celle du chemin de fer de Paris à Lyon, le bassin inférieur de la rivière Platte, la prairie du Nebraska, vaste plaine argilo-sableuse, stérile faute d'eau. Dès qu'on a dépassé l'Elkorn, il n'y a plus un accident de terrain, plus un arbre, plus un arbuste à l'horizon. On pourrait se croire au milieu d'un océan jaunâtre.

» A partir de la station de Cheyenne, sur une longueur à peu près égale à celle de la prairie, on s'élève sur les pentes des Montagnes Rocheuses en suivant le cours supérieur de la Platte. Ce n'est plus la plaine monotone du Nebraska que l'on a sous les yeux : c'est un plateau ondulé, mais s'étendant à perte de vue, un désert encore plus triste.

» On arrive ainsi au faîte des Montagnes Rocheuses, et, sur une longueur à peu près égale à celle du chemin de fer de Paris à Marseille, on traverse le bassin de la rivière Verte, *Pays des eaux amères*, à l'altitude de 2000 mètres environ. C'est encore un désert stérile : ce n'est pas que les eaux manquent; mais, fortement chargées de sels alcalins, elles sont impropres à la boisson et à la végétation; on ne peut même pas s'en servir pour l'alimentation des machines; *il a fallu apporter pendant quelque temps l'eau puisée à la rivière Platte*.

» De plus, à ces hautes altitudes, on a dû se défendre contre la neige, et sur cette immense longueur de 800 kilomètres, on a souvent dû placer la voie sous des abris ou hangards construits en planches.

» Le bassin du lac Salé qui, sur une longueur de 105 kilomètres, succède à celui de la rivière Verte, est la seule région fertile que traverse le tracé. On retrouve ici, tout d'un coup, un sol fertile, une agriculture très-soignée, des maisons de briques, tous les indices de l'aisance et du confort

dont jouissent les parties les plus favorisées des États-Unis. Ce sont les Mormons qui ont découvert cette oasis, il y a vingt ans à peine.

» Le *train* qui emporte notre voyageur atteint les limites de l'oasis sur la rive occidentale du lac Salé, et traverse un nouveau désert. C'est là que les cartes placent le *Great american Desert*, de grandes plaines stériles que les pluies transforment en marais chaque hiver.

» Le chemin de fer atteint la station d'*Independence*, puis s'étend sur une longueur de 400 kilomètres dans la contrée dont les montagnes, la rivière principale et le lac portent le nom de Humboldt; il arrive au pied de la sierra Nevada.

» Il est impossible d'imaginer un pays plus complétement aride et désolé que celui qui s'étend d'*Independence* au pied de la sierra Nevada : à l'aller comme au retour, c'est un voyage d'une monotonie incomparable.

» Le tracé atteint le sommet de la sierra Nevada à la station de Summit, à l'altitude 2148 degrés. Ici recommence la difficulté des neiges; on n'a pas seulement à craindre l'accumulation produite par le vent, il faut que les abris puissent résister à des avalanches, dans lesquelles des quartiers de roc sont parfois entraînés. Aussi les hangars des Montagnes Rocheuses sont-ils transformés en tunnels très-solidement construits. La carcasse est en sapin simplement écorcé, taillé grossièrement aux faces de jonction et assemblé avec des boulons. Tout cela ne forme pas un tunnel continu; des intervalles, ménagés sur les points où le péril est moindre, donnent de l'air et de la lumière. Le développement total atteint 72 kilomètres.

» Les matériaux de construction ont manqué à peu près partout : on a montré à M. Malézieux une carrière de grès qui est, sur un parcours d'environ 1000 kilomètres, la seule où l'on rencontre de la pierre non gélive.

» Que faire dans ces conditions lorsqu'on abordait un de ces grands cours d'eau absolument inconnus? Par économie et à défaut de pierre à proximité, on ajournait la construction des piles et culées en maçonnerie. Le provisoire convenait d'autant mieux qu'on n'était que très-imparfaitement fixé sur le débouché à donner aux ponts.

» Il fallait surtout supprimer les travaux exigeant beaucoup de main-d'œuvre : par exemple les grands terrassements. On a évité presque toutes les tranchées profondes et les tunnels en multipliant les pentes et les contre-pentes et en quadruplant ainsi, sur des longueurs qui atteignent jusqu'à 400 et 500 kilomètres, la somme des hauteurs des faîtes à franchir.

» Voici comment le chemin de fer traverse les vallées qui exigent de grands remblais. Lorsque tout fait défaut, comme sur les pentes des Montagnes Rocheuses, les travaux restent à l'état d'ébauche : la voie n'a pas même la largeur indispensable. On voit quelquefois les traverses, dont la longueur est de $2^m,50$, surplomber des deux côtés, au-dessus des talus; ce sont des travaux à parachever. Lorsque le bois ne manque pas, les remblais sont remplacés par des palées en sapin qui ont jusqu'à 23 mètres de hauteur.

» Dans les plaines, où l'on ne trouve ni pierre, ni sable, ni gravier, comme dans la prairie du Nebraska, les trains roulent au niveau du sol sur une voie sans ballast. Sur une longueur qui atteint celle du chemin de fer de Paris à Lyon, on a simplement calé les traverses avec un peu de terre provenant des fossés.

» N'est-il pas évident que les hardis ingénieurs qui ont mené à bonne fin une telle entreprise, dont rien dans notre Europe ne peut donner une idée, n'étaient pas liés par les mêmes règles que nous. Dans cet immense développement de déserts inhabitables, où il fallait tout transporter, hommes, vivres, matériaux de toute sorte, jusqu'à l'eau nécessaire à la vie et à l'exécution des travaux, la question d'être ou de ne pas être, de faire ou de ne pas faire, dominait tout.

» Dans l'ancien monde, une seule entreprise, une entreprise toute française, a été exécutée dans des conditions aussi difficiles : c'est le percement de l'isthme de Suez.

» C'est donc avec raison que M. Malézieux termine ainsi le récit de son voyage à San-Francisco : « Un chemin de fer conçu, exécuté et exploité » dans ces conditions, suffirait pour signaler la hardiesse et l'esprit d'en- » treprise des Américains à l'admiration du monde. »

» On peut terminer cette Note par une autre conclusion.

» Dans l'ancien monde presque toutes les difficultés des travaux publics viennent des hommes. Nos enquêtes interminables, nos déclarations d'utilité publique, nos dispendieuses expropriations, nos procès sans fin sont l'objet des plus sérieuses préoccupations de l'ingénieur. De l'autre côté de l'Atlantique, on ne s'en tourmente guère, mais on se trouve en présence d'obstacles naturels dont l'ingénieur européen n'a jamais à se préoccuper. Ces hardies solutions de nos confrères d'Amérique seront donc sans application chez nous. Il faut cependant faire une exception pour ce qui concerne l'emploi rationnel des métaux dans la construction des ponts : là, au contraire, nous aurons beaucoup à prendre.

» Le gouvernement français a eu la main heureuse dans le choix de l'homme qu'il a chargé de cette délicate mission.

» Le Rapport de M. Malézieux a été apprécié comme il devait l'être; le gouvernement en a ordonné l'impression, et l'édition, tirée à 1500 exemplaires au commencement de l'année, est aujourd'hui complétement épuisée.

» J'en dépose un exemplaire sur le bureau de l'Académie. »

En présentant le volume de l'*Association française pour l'avancement des sciences* (première session, tenue à Bordeaux), M. **de Quatrefages**, Président de l'Association, s'exprime comme il suit :

« Au nom de l'Association française, j'ai l'honneur de faire hommage à l'Académie du compte rendu de la première session. Je viens de le recevoir à l'instant, et n'ai pu le parcourir de manière à renouveler mes souvenirs. Une analyse, même sommaire, serait d'ailleurs bien longue, car ce volume a plus de treize cents pages et un atlas de quinze planches. Je me borne donc à dire que toutes les sciences ont été représentées au congrès de Bordeaux, et que le nombre des Communications faites par les Membres a été d'environ deux cents. Comme dans la plupart des réunions de cette nature, toutes n'étaient pas entièrement nouvelles : certains sujets traités dans nos séances avaient été exposés ailleurs; d'autres l'ont été depuis cette époque, et devant l'Académie elle-même; mais ce volume renferme aussi plusieurs travaux entièrement originaux, qui n'ont paru que là, et qui seront consultés avec fruit par tous les savants spéciaux.

» Je me permettrai, en terminant, d'appeler l'attention de l'Académie sur la devise que porte ce volume : *Par la science pour la Patrie*. Elle indique la double pensée qui a présidé à la fondation de l'Association française et l'esprit général qui en anime tous les Membres. »

M. **R. Clausius** fait hommage à l'Académie d'une brochure imprimée en allemand, et portant pour titre : « Sur un nouveau théorème relatif à des mouvements stationnaires ».

NOMINATIONS.

L'Académie procède à la formation de la Commission qui sera chargée de juger le Concours du prix Lacaze (Physique) pour 1873. Cette Commission doit se composer de la section de Physique et de trois Membres élus au scrutin par l'Académie.

MM. Bertrand, H. Sainte-Claire Deville, Pasteur réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Dumas, Regnault, Janssen, Faye.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de la Commission qui sera chargée de juger le Concours du prix Cuvier, pour 1873.

MM. Milne Edwards, de Quatrefages, Blanchard, Élie de Beaumont, Coste réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Robin, Brongniart, de Lacaze-Duthiers, Daubrée.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

HYDROLOGIE. — *De la propagation de la marée sur divers points des côtes de France. Changement dans l'heure de la pleine mer du Havre, depuis les travaux d'endiguement de la Seine.* Mémoire de M. **L. Gaussin**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Chasles, Bertrand, de Tessan, Jurien de la Gravière, Villarceau.)

« 1. La marée que nous observons sur nos côtes venant de loin, on comprend qu'il suffit de calculer l'heure et la hauteur de la pleine mer pour un point convenablement choisi, et d'en déduire les heures et les hauteurs pour les autres points de notre littoral : c'est ce qu'a fait M. Chazallon dans le calcul de l'*Annuaire des marées des côtes de France*. Il est parti des formules de Laplace, et, au moyen des constantes déterminées par cet illustre géomètre, il a calculé les marées de Brest; pour en déduire les marées des autres ports, il a admis (et l'observation a confirmé cette manière de voir) que, chaque fois que la pleine mer arrive à une même heure

à Brest, elle arrive à une autre même heure dans un autre port de France. De même pour les hauteurs : chaque fois que la pleine mer atteint un certain niveau à Brest, elle atteint un même autre niveau dans cet autre port. C'est donc au moyen de simples tableaux de concordance, que l'on déduit des marées de Brest les marées des autres ports.

» On sait que, pour avoir l'heure de la pleine mer à Brest, on calcule le moment du maximum d'action de la Lune et du Soleil, et l'on ajoute, à l'heure ainsi déterminée, un même laps de temps qui est de $40^h 42^m$ (ce qui suppose que les marées de différentes grandeurs se propagent avec la même rapidité).

» Lorsque le Soleil et la Lune passent ensemble au méridien, ou sont à 180 degrés l'un de l'autre, ils produisent la plus forte marée de la demi-lunaison. Cette marée, se faisant sentir à Brest $40^h 42^m$ plus tard, s'observera à $4^h 42^m$ du soir ou du matin. C'est à la marée des autres ports correspondant à cette marée de Brest de $4^h 42^m$ que j'ai rapporté les avances ou les retards de la propagation des marées des autres heures. J'ai tracé la courbe des variations de la propagation des diverses marées du jour, pour les ports dont l'*Annuaire* donne les heures des pleines mers. Ces ports sont : Le Boucaut, Cordouan, l'île d'Aix, Saint-Nazaire, Port-Louis, dans l'Océan ; Saint-Malo, Cherbourg, le Havre (avant les travaux), le Havre (actuel), Fécamp, Dieppe, Boulogne, dans la Manche ; Calais et Dunkerque, dans la mer du Nord. J'ai tracé aussi les courbes analogues pour les quatre ports anglais, Cork, Devonport, Portsmouth et Douvres; les variations de propagation ont été déterminées, non point au moyen d'observations que je ne possède pas, mais d'après les prédictions des *Tide-Tables*.

» On remarque d'abord que, pour les ports de l'Océan, les différences des retards des diverses marées du jour sur la marée de vive eau sont positives, c'est-à-dire qu'en morte eau la marée se propage plus lentement qu'en vive eau. Dans la Manche, au contraire, à l'exception du Havre, la marée arrive plus tôt en morte eau, tant sur les côtes d'Angleterre que sur nos côtes. Plus loin dans la mer du Nord, à Calais et à Dunkerque, le régime semble revenir à celui de l'Océan. Voici d'ailleurs des chiffres qui résument ces variations de régime ; j'ai fait la moyenne des variations des retards des marées correspondant aux marées de Brest de $0^h 0^m$, $0^h 30^m$, $1^h 0^m$, $1^h 30^m$, et ainsi de suite.

TABLE *des moyennes des retards de la propagation des diverses marées du jour, la marée de syzygie étant prise pour type normal.*

	Minutes.
FRANCE.	
Océan :	
Boucaut	+ 5,5
Cordouan	+ 6,0
Ile d'Aix	+28,1
Saint-Nazaire	+16,7
Port-Louis	+ 7,5
Manche :	
Saint-Malo	−11,2
Cherbourg	− 3,4
Le Havre (anc.)	+ 3,3
Le Havre (act.)	+17,0
Fécamp	− 9,6
Dieppe	− 9,6
Boulogne	− 2,8
Mer du Nord :	
Calais	+ 0,9
Dunkerque	+ 3,2
ILES BRITANNIQUES.	
Cork	− 8,9
Devonport	−16,2
Portsmouth	− 3,2
Douvres	− 5,0

» 2. On voit qu'il s'est produit un changement considérable dans le régime des marées du Havre. Ce port, dont la moyenne des retards n'était autrefois que de $+ 3^m,3$, se place à côté des ports de l'Océan à retards positifs les plus considérables, et présente vis-à-vis des autres ports de la Manche une exception digne de remarque. Cette exception paraît encore plus sensible quand on compare la courbe actuelle du Havre avec celle du port le plus voisin, Fécamp. Le minimum pour le Havre et le maximum pour Fécamp ont lieu en syzygie ; le maximum pour le Havre, qui est de $+ 34^m$, correspond à la marée de Brest de $11^h 30^m$; le minimum pour Fécamp est de $- 23^m$ et correspond à la marée de 11 heures : l'écart de la variation des retards dans la propagation de la marée dans ces deux ports est donc, par rapport à la marée de vive eau, de 57 minutes en morte eau ; anciennement il était de 33 minutes.

» Notons d'ailleurs que, indépendamment du changement relatif dans

la propagation de la marée, il y a eu au Havre un changement absolu. En vive eau la pleine mer arrive au Havre 36 minutes plus tôt qu'autrefois.

» Des changements aussi considérables dans le régime des marées du Havre se produisant après les travaux d'endiguement exécutés dans la Seine, il semble naturel de les attribuer à ces travaux : c'est là ce qui ressort des chiffres précédents indépendamment de toute explication théorique.

» Allons plus loin et essayons de nous rendre compte de la manière dont le changement dans le régime de la marée a pu se produire.

» L'estuaire de la Seine remplit, et remplissait surtout autrefois, le rôle de régulateur de la marée du Havre. Tant que les immenses plages de la Seine n'étaient pas couvertes, le plein ne se faisait pas sentir; mais ces plages ayant considérablement diminué d'étendue, l'heure du plein a dû avancer dans une certaine mesure; cependant toutes les plages n'ont pas été exhaussées au point de ne plus être envahies par la marée montante. L'action retardatrice qu'elles produisaient n'a donc pas dû entièrement cesser, et l'on comprend qu'elle ait surtout persisté lors des marées les moins fortes. On s'explique par là comment il se fait que la marée avance sur ce qui se passait autrefois, de 36 minutes en vive eau et seulement de 14 en morte eau.

» Les ports de l'Océan dont il a été question ci-dessus offrent tous cette particularité d'être situés à des embouchures de rivières; or il est à remarquer que, en même temps que les travaux d'endiguement rendaient la Seine plus comparable à ces rivières, le régime des marées du Havre se modelait davantage sur celui des ports de l'Océan. Toutefois je ne présente cette considération qu'avec réserve. »

PHYSIQUE. — *Du passage des gaz à travers des membranes colloïdales, d'origine végétale.* Note de M. A. Barthélemy.

(Commissaires : MM. Brongniart, Decaisne, H. Sainte-Claire Deville, Jamin, Berthelot.)

« Le but de ces expériences était de prouver que les expériences de Graham, sur la dialyse des gaz à travers le caoutchouc, pouvaient se vérifier sur des lames colloïdales naturelles végétales, et principalement sur les surfaces cuticulaires de la feuille, et de justifier ainsi le rôle important que

je fais jouer à la cuticule dans l'absorption de l'acide carbonique par les plantes (1).

» Tout le monde connaît les Bégoniacées à feuilles tachetées de blanc, que l'on cultive dans les serres, et dont les taches blanches ne sont d'ailleurs, ainsi que je m'en suis convaincu, qu'un soulèvement de l'épiderme sur une couche d'azote. Les feuilles de certaines variétés, très-minces déjà sur la plante vivante, se réduisent, en se fanant pendant l'hiver, dans l'obscurité, à l'état d'une pellicule douée d'élasticité et qui ne représente plus, à peu près, que les couches cuticulaires. Ce sont ces lames colloïdales qui m'ont servi à répéter l'expérience de Graham, que l'on trouve analysée dans les *Annales de Chimie et de Physique* (1867). J'ai suivi rigoureusement la marche de l'illustre physicien, sauf quelques modifications de détail.

» On commence par s'assurer que la membrane est intacte et qu'elle ne présente pas de déchirures par la dialyse de l'air seul. Trois expériences, répétées les 16, 17 et 18 mars, m'ont donné les résultats suivants, au bout de six heures :

	Volume de gaz recueilli.	Volume d'oxygène absorbé par le pyrogallate de potasse.	Proportion d'oxygène.
	cc	cc	
16 mars.............	5,2	1,9	36 p. 100.
17 »	5,5	2,3	41 »
18 »	7,0	2,2	31 »

» Bien que les proportions d'oxygène présentent un écart assez grand, dû à la difficulté de répéter ces expériences dans les mêmes conditions de pression extérieure, de température et surtout d'état hygrométrique, on peut conclure que l'oxygène passe plus vite que l'azote, et que l'air ainsi dialysé contient en moyenne 36 pour 100 d'oxygène. Ce nombre est un peu inférieur à celui qu'avait trouvé Graham pour le caoutchouc.

» Cette vérification faite et ce résultat important obtenu, j'ai procédé à la comparaison des vitesses des trois gaz qui nous intéressent le plus; pour cela, après avoir établi au-dessus de la membrane un courant d'acide carbonique, j'ai marqué le point où descendait le mercure au bout d'une heure; puis, faisant passer de l'azote ou de l'oxygène, j'ai noté le temps que mettait le mercure pour descendre au même niveau.

Dans quatre expériences, faites avec des membranes différentes, j'ai

(1) Concours de 1871 (prix Bordin).

obtenu les résultats suivants :

	1re expérience.	2e expérience.	3e expérience.	4e expérience.
Acide carbonique........	1h	1h	1h	1h
Azote..................	15	13,40	15,30	14
Oxygène................	6	6,20	7	5,40

» Ces expériences, faites dans des conditions de pression, de température et d'état hygrométrique qui ne sauraient être identiques, concordent cependant suffisamment avec celles de Graham, et me permettent de conclure que les surfaces colloïdales naturelles des végétaux ont, pour l'acide carbonique, un *pouvoir admissif* qui est de treize à quinze fois plus considérable que celui qui correspond à l'azote, et six à sept fois plus grand que celui qui se rapporte à l'oxygène.

» J'ai opéré, quelques jours après, avec de l'acide carbonique parfaitement desséché, et je n'ai plus trouvé, comme vitesse par rapport à l'azote, que des nombres variant entre 9 et 11; il semble donc que l'anhydride carbonique passe moins vite que l'acide carbonique hydraté.

» En remplaçant la lame végétale par du caoutchouc, j'ai obtenu un résultat semblable. La différence est moins prononcée par l'oxygène et l'azote desséchés.

» Je ferai remarquer, en terminant, que ces expériences prouvent la dialyse de l'acide carbonique à travers la cuticule des feuilles, au même titre que les expériences de Dutrochet sur ces membranes et les solutions aqueuses pour prouver l'endosmose par les cellules; au même titre aussi que les expériences sur l'absorption, faites par M. Dehérain avec des vases poreux, et auxquelles l'Académie a accordé une de ses plus hautes récompenses. En un mot la *respiration cuticulaire* me paraît suffisamment prouvée par la présence de cette membrane sur tous les organes, par les analogies de constitution physique et chimique de cette membrane avec le caoutchouc, par les expériences de Graham et les mesures sur le passage des gaz à travers les membranes colloïdales, et enfin par les expériences de M. Boussingault, qui attribuent à la surface supérieure des feuilles, dénuée de stomates, une faculté décomposante plus considérable que celle de la face inférieure criblée de ces petites ouvertures. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur les méthodes d'analyses des phosphates naturels employés en Agriculture.* Note de M. C. Mène. (Extrait.)

(Commissaires : MM. Balard, Fremy, H. Sainte-Claire Deville, Daubrée, Cahours.)

« J'ai déjà appelé l'attention sur l'analyse des phosphates par les méthodes à l'ammoniaque et à l'acide citrique (ou acétique), et sur les résultats erronés auxquels ces méthodes pouvaient conduire (1). J'inquerai aujourd'hui quelques résultats d'analyses faites à mon laboratoire, qui confirment ce que j'ai annoncé.

» Des phosphates coprolithes du Nord, qui accusent 45 pour 100 (de phosphate tricalcique) par la méthode à l'acide citrique et au phosphate ammoniaco-magnésien qui en dérive, ne donnent que des traces d'acide phosphorique, par le procédé au bismuth. D'autres phosphates, dits *du Rhône,* qui titrent 53 pour 100 de phosphate, par la méthode acétique et le phosphate ammoniaco-magnésien qui en dérive, ne donnent pas traces d'acide phosphorique par le bismuth.

» Je dois dire aussi que, quand on a voulu contrôler le prétendu phosphate obtenu dans ces cas, en redissolvant le précipité, pour avoir les réactions du nitrate d'argent, du bismuth, du potassium, on n'a jamais rien obtenu; de même, on n'a pas pu en retirer d'acide phosphorique. On s'est, au contraire, convaincu que ce précipité n'était que de l'alumine et de la silice. Si, du reste, on veut bien se reporter à la description du procédé, on verra que la liqueur ammoniacale, qui sert à précipiter ce phosphate ammoniaco-magnésien, y précipite aussi l'alumine et la silice, et que, en l'absence de l'acide phosphorique, ces deux bases donnent le change et font croire à cet acide phosphorique (que cependant un œil exercé reconnaît au premier abord).

» . . . Si j'attaque cependant le procédé à l'acide citrique, pour les cas où le composé contient de la silice et de l'alumine, je dois dire que, pour les autres échantillons où ces corps n'existent pas ou peu, la méthode est bonne, et nous avons obtenu, à mon laboratoire, en maintes occasions, sur des phosphates des Antilles, de Limbourg (Allemagne), des os, etc., des chiffres tout à fait comparables avec le procédé au bismuth.

» Je dirai, en terminant, que, si je me suis arrêté au procédé du bismuth, c'est que ce métal précipite l'acide phosphorique dans des condi-

(1) *Comptes rendus,* séance du 9 juin 1873, t. LXXVI, p. 1410.

tions telles de sûreté et de rapidité, que nul autre réactif ne peut lui être comparé. Dans maints dosages, en effet, il n'y a jamais eu un écart de plus de 0,25 pour 100, ce qui, industriellement parlant, est insignifiant. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur une grotte de l'âge du renne, située à Lortet (Hautes-Pyrénées).* Note de M. **Ed. Piette.** (Extrait.)

(Commissaires : MM. Milne Edwards, de Quatrefages, Blanchard, Robin, de Lacaze-Duthiers.)

« Je viens de découvrir une caverne de l'âge du renne à Lortet (Hautes-Pyrénées). La petite grotte d'Aurensan était jusqu'aujourd'hui la seule de ce département dans laquelle on eût recueilli des vestiges de cette époque. Celle de Lortet est une station beaucoup plus importante ; par sa grandeur et sa situation, elle paraît devoir fournir de nombreuses richesses paléolithiques. Elle est située presque en face du village, sur le penchant d'une montagne pittoresque, à 16 mètres au-dessus de la rivière de Neste. Une route passe au bout de sa vaste entrée, qui reçoit les rayons du Soleil couchant.

» En pénétrant dans la grotte, on se trouve d'abord dans une chambre composée de deux parties : l'une formant un vaste vestibule éclairé, très-sain ; l'autre plus profonde, plus sombre, pleine de stalactites d'où l'eau tombe goutte à goutte.

» Le vestibule a $12^{m},30$ de largeur à l'ouverture, $15^{m},20$ un peu plus loin, 12 mètres vers le milieu, et 6 à son extrémité. Sa longueur est de 20 mètres. Sa voûte, dépourvue d'anfractuosités remarquables, a $2^{m},10$ de hauteur vers le centre. Son aire est formée par une stalagmite unie, que ne recouvre aucune parcelle de terre. Ce vestibule est séparé du fond de la caverne par deux piliers de stalactites.

» Au delà de ces piliers la grotte s'élargit de nouveau, projette au nord un bras au fond duquel on voit poindre le jour venant de l'extérieur à travers un petit trou, qui est peut-être une ancienne entrée. Elle se rétrécit à l'est et forme une chambre, dont le plancher en stalagmite s'épaissit et s'élève rapidement. De la voûte pendent de nombreuses stalactites, qui entretiennent l'humidité. Cette chambre est fermée au fond par un rideau de stalactites, percé autrefois par un trou servant de passage pour s'avancer dans d'autres chambres. Les anciens du pays prétendent que, lorsque ce trou existait, on pouvait, en suivant une série de cavernes et de corridors, pénétrer fort loin dans la montagne et atteindre un torrent souterrain. Je

n'ai exploré aucune des chambres profondes, les trouvant trop humides : la première seule m'a paru assez saine pour avoir été habitée.

» J'ai fait percer la stalagmite du plancher, vers le milieu du vestibule. En relevant les plaques arrachées par la pioche et le levier, j'ai trouvé des mâchoires de renne et de cerf, adhérentes à leur surface interne. Sous la stalagmite était un amas de cendre et de charbon, dans lequel on voyait en abondance des os brisés. Je fis faire en cet endroit une fouille qui atteignit $1^m,60$ de profondeur, et je pus voir la coupe suivante :

» $0^m,20$, stalagmite formant le parvis de la grotte.

» $1^m,02$, foyers noirs, pleins d'ossements brisés en long, de mâchoires d'animaux fracturées, de silex taillés et de bois de renne travaillés.

» $0^m,38$, terre jaune, mêlée de cendre et de charbon, contenant les mêmes objets et les mêmes ossements que la couche précédente.

» A cette profondeur, je fis enfoncer un levier en fer ayant plus de 1 mètre de longueur; il entra tout entier dans la terre, sans rencontrer de résistance. Il y a donc là des foyers superposés, d'une épaisseur considérable. J'y ai recueilli des grattoirs, des couteaux, des pointes en silex, des lissoirs en bois de cerf, des poinçons, des aiguilles, des pointes de lance, des flèches barbelées en bois de renne.

» Parmi les animaux dont j'ai recueilli les ossements, je citerai l'ours actuel des Pyrénées (*ursus arctos*), le loup, le cerf élaphe, le renne, le chamois, le bouquetin, le bœuf, le cheval, le coq de bruyère. Le cerf paraît beaucoup plus abondant que le renne. Sur un fragment de bois de renne, est gravé un coq de bruyère : cet animal habite encore aujourd'hui les environs de Lortet.

» Il y a là plus de 500 mètres cubes de cendres, pleines de débris, conservées intactes sous une couche de stalagmites, sans mélange possible avec les vestiges des âges suivants. C'est la demi-civilisation des sauvages raffinés de l'âge du renne. »

M. **H. Peyraud** adresse une nouvelle Note intitulée « Action toxique des infusions d'absinthe et de tanaisie sur le *Phylloxera*. Expériences. Projet d'application de la culture de ces plantes à la destruction de la maladie de la vigne. »

(Renvoi à la Commission du *Phylloxera.*)

M. **Fauconnet** adresse une Note relative à divers procédés de destruction du *Phylloxera*.

(Renvoi à la Commission.)

M. G. DE CONINCK adresse une nouvelle Note relative à la théorie sur les relations entre les phénomènes météorologiques et les phénomènes volcaniques.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. A. BRACHET adresse une Note sur un « hélioscope parallactique, fondé sur un mégascope aplanétique de Foucault ».

(Renvoi à la Commission du prix Trémont.)

M. A. LEBLAN adresse une Note relative à un nouveau modèle de wagon.

(Renvoi à l'examen de M. Tresca.)

M. BOUVIER adresse une Note relative à l'origine de la chaleur et de la lumière.

(Renvoi à l'examen de M. Janssen.)

M. CH. DENIS adresse une Note concernant les causes probables de la maladie des vers à soie.

(Renvoi à l'examen de M. Blanchard.)

M. L. HUGO adresse le dessin de deux dodécaèdres antiques, conservés au Musée de Lyon. Cette pièce est accompagnée d'une Lettre de M. *Martin-Daussigny*.

(Commissaires précédemment nommés : MM. Bertrand, Roulin.)

La Commission anciennement nommée pour examiner les Communications relatives aux chemins de fer ayant été successivement réduite par le décès de plusieurs de ses Membres, cette Commission sera complétée par l'adjonction de MM. Phillips, Rolland et Tresca.

La Commission se composera donc de MM. Séguier, Morin, Phillips, Rolland, Tresca.

CORRESPONDANCE.

M. CH. WHEATSTONE, élu associé étranger en remplacement de M. *J. von Liebig*, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. STEENSTRUP, élu correspondant de la Section d'Anatomie et Zoologie en remplacement de M. *Agassiz*, adresse également ses remercîments à l'Académie.

M. le Secrétaire perpétuel donne lecture de la Lettre suivante adressée à l'Académie par M. le Secrétaire de l'*Académie des Sciences naturelles de Minnesota*.

« Minneapolis, Minn., le 22 juillet 1873.

» Je vous envoie aujourd'hui un exemplaire de la constitution, des règlements, discours du Président, etc., de l'Académie des Sciences naturelles de Minnesota.

» M. le professeur Winehell est en campagne pour exécuter le levé de cet État.

» Veuillez vous rappeler cette Académie quand vous ferez des envois de rapports, de cartes, etc.

» Respectueusement à vous,

» Alfred E. Ames M.-D.,

» *Secrétaire pour la correspondance.* »

(Renvoi à la Commission administrative.)

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une brochure de MM. *J.-É. Planchon* et *J. Lichtenstein*, intitulée : « le *Phylloxera* (de 1854 à 1873) » ;

2° Une brochure de M. *F. Garrigou*, intitulée : « Généralités sur les eaux minérales des Pyrénées » ;

3° Un volume imprimé en espagnol et portant pour titre : « Archives boliviennes. Collection de documents relatifs à l'histoire de la Bolivie, pendant l'époque coloniale ». (Ce volume sera soumis à l'examen de M. Roulin.)

GÉOMÉTRIE. — *Solution analytique du tracé des courbes à plusieurs centres, décrites d'après le procédé géométrique de Perronet.* Note de M. **J.-P. Revellat**, présentée par M. Yvon Villarceau. (Extrait.)

« I. Perronet, à l'occasion de la construction du pont de Neuilly, fit usage, pour l'intrados de ses voûtes, d'une courbe à plusieurs centres, dont la solution analytique du tracé était restée inaperçue jusqu'ici.

» Ce tracé découle, comme on sait, de la loi suivant laquelle les divers rayons rencontrent les axes de la courbe. Ainsi, tandis que les parties interceptées par leurs directions sur le prolongement du petit axe sont égales entre elles, leurs rencontres avec la ligne des naissances donnent des segments qui sont entre eux comme la suite naturelle des nombres 1, 2, 3, 4,..., selon le nombre des centres.

» Qu'il s'agisse, par exemple, de décrire une courbe d'un nombre impair quelconque n de centres sur les deux demi-axes a et b. Ayant pris sur le grand diamètre, à partir des naissances, une certaine longueur que l'on suppose devoir être le premier rayon R_1, on divise le reste $a - R_1$ en $\frac{n-1}{2}$ parties inégales, de telle sorte que, en appelant q la première, c'est-à-dire celle qui résulte de l'intersection des deuxième et troisième rayons avec le grand axe, la deuxième sera $2q$, la troisième $3q$... et la dernière $\frac{n-1}{2}q$.

» On prend, ensuite, sur le prolongement de la montée, à partir du point de concours des deux axes, une certaine longueur qui soit dans un rapport arbitraire f avec $a - R_1$, de manière à avoir $R_{\frac{n-1}{2}} - b = f(a - R_1)$, en appelant $R_{\frac{n-1}{2}}$ le plus grand rayon.

» Cela fait, on tire des droites indéfinies par les points de division du même ordre ainsi obtenus sur les deux axes, ces divisions étant ordonnées de l'extrémité au centre de la courbe sur le grand diamètre, et du centre vers l'extrémité sur la montée prolongée. Maintenant, si la longueur du premier rayon a été bien choisie, la courbe décrite successivement des centre, déterminés par les points de rencontre des transversales contiguës passera par les naissances et par le sommet de la montée. Dans le cas contraire, on fait une nouvelle hypothèse sur la longueur du premier rayon, et l'on recommence, au besoin, cette même suite d'opérations, jusqu'à ce qu'enfin la courbe, décrite comme il vient d'être dit, passe exactement par les extrémités des diamètres.

» Telle est la question laissée sans solution depuis un siècle, malgré l'usage fréquent qui a été fait de ce tracé et les travaux importants publiés dans le but d'en faciliter les applications.

» II. *Mise en équation.* — Ces préliminaires posés, on aura, d'après les conditions fixées par Perronet, en exprimant que la somme des intervalles déterminés, sur le grand axe, par les rayons $R_2, R_3, R_4, \ldots, R_{\frac{n-1}{2}}$ est égale à $a - R_1$, et en se souvenant que le premier intervalle est q, le dernier $\frac{n-1}{2}q$, $q + 2q + 3q + 4q + \ldots + \frac{n-1}{2}q = a - R_1$; d'où

$$(1) \qquad q\left(\frac{n^2-1}{8}\right) = a - R_1.$$

» En désignant par $C_1, C_2, C_3, C_4, \ldots$ les centres des arcs successifs de la courbe, dont le premier est sur le grand axe et le dernier sur la montée

prolongée, nous exprimerons en fonction de l'indéterminée q le polygone formé par les centres situés d'un même côté de cette montée, en posant

(2) $$C_1C_2 + C_2C_3 + C_3C_4 + \ldots = q\Pi,$$

la quantité Π étant un coefficient numérique à déterminer ultérieurement.

» Si l'on considère que les côtés C_1C_2, C_2C_3,... du polygone des centres sont les différences $R_2 - R_1$, $R_3 - R_2$,... des rayons successifs, on aura

(3) $$R_1 + q\Pi = R_{\frac{n-1}{2}}.$$

» Mais on a d'ailleurs $\dfrac{R_{\frac{n-1}{2}} - b}{a - R_1} = f$, ou $R_{\frac{n-1}{2}} = fq(a - R_1) + b$.

Portant cette valeur dans l'équation (3), il vient

(4) $$R_1 + q\Pi = fq(a - R_1) + b,$$

et, en combinant les équations (1) et (4), on en déduit les deux inconnues de la question

(5) $$R_1 = a - \frac{(n^2-1)(a-b)}{(n^2-1)(f+1) - 8\Pi};$$ et (6) $$q = \frac{8(a-b)}{(n^2-1)(f+1) - 8\Pi}.$$

» Il ne reste plus à déterminer que la quantité Π, correspondant à des valeurs déterminées de n et de f.

» III. *Expression générale des tangentes des angles formés par la rencontre des rayons avec la montée prolongée.* — En exprimant algébriquement la distance de chacun des points de division du grand diamètre au point de concours des deux axes de la courbe, on a

$$q + 2q + 3q + 4q + 5q + \ldots + \frac{n-1}{2}q = q\,\frac{n^2-1}{8},$$
$$2q + 3q + 4q + 5q + \ldots + \frac{n-1}{2}q = q\,\frac{n^2-3^2}{8},$$
$$3q + 4q + 5q + \ldots + \frac{n-1}{2}q = q\,\frac{n^2-5^2}{8},$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots;$$

ainsi de suite jusqu'au dernier segment, qui se réduit à $q\,\frac{n-1}{2}$.

» En se souvenant que la partie du plus grand rayon située au-dessous de la ligne des naissances est exprimée par $R_{\frac{n-1}{2}} - b = qf\left(\frac{n^2-1}{8}\right)$, et que

cette ligne est toujours divisée en $\frac{n-1}{2}$ parties égales, on aura, les distances étant comptées à partir du point de concours des axes de la courbe : pour la longueur de la première division, $qf\left(\frac{n+1}{4}\right)$; pour la deuxième, $2qf\frac{n+1}{4}$; pour la troisième, $3qf\frac{n+1}{4}, \ldots$; ainsi de suite.

» Par conséquent, en appelant A_1, A_2, A_3, $A_4, \ldots$ les angles successifs, formés par les rayons R_1, R_2, R_3, $R_4, \ldots$ et la montée prolongée, on aura

$$(7)\left\{\begin{array}{l} \tan A_1 = \frac{n^2-1}{2f(n+1)}, \\ \tan A_2 = \frac{n^2-3^2}{4f(n+1)}, \\ \tan A_3 = \frac{n^2-5^2}{6f(n+1)}, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots, \end{array}\right\} \quad \text{et, par suite,} \quad (8)\left\{\begin{array}{l} \tan A_1 - \tan A_2 = \frac{n^2+7}{4f(n+1)}, \\ \tan A_2 - \tan A_3 = \frac{n^2+23}{12f(n+1)}, \\ \tan A_3 - \tan A_4 = \frac{n^2+47}{24f(n+1)}, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{array}\right.$$

» Les lois de formation sont évidentes. Ainsi, pour les différences des tangentes, le coefficient des numérateurs est formé du quadruple produit des indices des angles A moins l'unité; tandis que celui du dénominateur est seulement égal au double produit des mêmes indices.

» IV. *Différences des rayons successifs.* — Quant aux côtés du polygone des centres, on reconnaît sans peine, en construisant la figure, que l'on a

$$(9)\left\{\begin{array}{l} C_1C_2 = q\left(\frac{1}{\tan A_1 - \tan A_2}\right)\frac{1}{\cos A_1} = 4qf\frac{n+1}{\cos A_1}\left(\frac{1}{n^2+7}\right), \\ C_2C_3 = q\left(\frac{2}{\tan A_2 - \tan A_3} - \frac{1}{\tan A_1 - \tan A_2}\right)\frac{1}{\cos A_2} = 4qf\frac{n+1}{\cos A_2}\left(\frac{5n^2+19}{n^4+30n^2+161}\right), \\ C_3C_4 = q\left(\frac{3}{\tan A_3 - \tan A_4} - \frac{2}{\tan A_2 - \tan A_3}\right)\frac{1}{\cos A_3} = 4qf\frac{n+1}{\cos A_3}\left(\frac{12n^2+132}{n^4+70n^2+1081}\right), \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{array}\right.$$

» Remplaçant, dans ces expressions, d'abord n et f, et faisant la somme des côtés, on trouve la valeur du polygone des centres $q\Pi$ exprimée par la relation (2) et, par conséquent, la valeur numérique de Π. Portant cette dernière valeur dans les équations (5) et (6), on déterminera le premier rayon R_1 et l'intervalle initial q. Enfin cette valeur de q étant portée dans l'équation (9), on déterminera les différences des rayons successifs et, par suite, la série complète des rayons R_1, R_2, R_3, $R_4, \ldots$. Quant aux angles au centre des arcs, on les déduira naturellement de ceux donnés par les expressions (7).

» V. *Principales propriétés de ces courbes. Courbes elliptiques.* — On peut toujours décrire une demi-ellipse ayant la même ouverture et la même montée que la courbe demandée, et l'on sait en déterminer les rayons de courbure principaux, qui sont $\frac{a}{b^2}$ pour les naissances, et $\frac{a^2}{b}$ pour le sommet. Or, les indéterminées qui entrent dans les équations fondamentales (5) et (6) étant en nombre supérieur à celui des relations qui les lient, on peut en disposer de manière à faire acquérir à la courbe de certaines propriétés. Faisant, par exemple, $R_1 = \frac{b^2}{a}$ dans la première de ces deux équations, on obtient, toutes réductions faites,

$$\frac{a}{b} = \frac{(n^2-1)(f+1) - 8\Pi}{8\Pi - f(n^2-1)}. \tag{10}$$

» Pour avoir la véritable signification de ce rapport, il faudrait connaître la valeur de Π correspondant à des valeurs particulières de n et de f, quand on fait le premier rayon égal au rayon de courbure aux naissances. Par des considérations géométriques qui ne peuvent être développées ici, nous parvenons à la valeur suivante du rapport (10) :

$$\frac{a}{b} = f. \tag{11}$$

» Ainsi lorsqu'on fait le premier rayon égal au rayon de courbure aux naissances : 1° le rayon du sommet est égal au rayon de courbure de l'ellipse en ce point; 2° le rapport de la demi-ouverture à la montée est égal à f, c'est-à-dire au rapport $\frac{R_{\frac{n-1}{2}} - b}{a - R_1}$: conséquences importantes qui permettent de décrire, par un procédé géométrique, une courbe à plusieurs centres, ayant les mêmes rayons de courbure principaux que l'ellipse décrite sur les mêmes axes : c'est ce que nous appelons une *courbe elliptique*.

» Mais ce n'est pas tout; comme il résulte de la discussion des équations (5) et (6) que l'on peut décrire, sur les mêmes axes et avec le même rayon initial, une série de courbes d'un nombre de centres différent, et moindre que trois, il s'ensuit que l'on pourra toujours décrire, sur deux axes donnés, une série de courbes elliptiques d'un nombre différent de centres. Il suffit, après avoir déterminé les deux rayons de courbure principaux, de diviser les lignes $a - R_1$ et $R_{\frac{n-1}{2}} - b$ selon les conditions fixées par Perronet et de continuer l'épure comme à l'ordinaire.

» Ce tracé, aussi simple à exécuter que facile à retenir, constitue une

très-élégante solution du problème de *l'anse de panier elliptique*. Nous démontrons d'ailleurs que cette courbe a la même aire que l'ellipse décrite sur les mêmes axes.

» La discussion montre encore que, lorsqu'on satisfait à la condition $\frac{a}{b}=f$, la courbe approche d'autant plus de l'ellipse, que le nombre de centres approche de onze; que si ce nombre est atteint, la courbe jouit du *maximum d'ellipticité*, et qu'au delà la courbe n'est plus possible. »

GÉOLOGIE. — *Nouvelle Note sur le corindon de la Caroline du Nord, de la Géorgie et de Montana;* par M. **Laurence Smith** (1).

« *Corindon.* — Ce minéral se présente ici en une variété beaucoup plus belle que dans toute autre localité connue. Les masses, dans bien des cas, sont très-grandes, du poids de 300 à 400 kilogrammes, avec de beaux et grands clivages, et elles sont remarquablement pures. Les cristaux sont beaux également et, dans certains cas, d'une grosseur et d'une beauté remarquables. Deux de ces cristaux, découverts par M. Jenks et possédés actuellement par le professeur Shepard, ont été décrits par lui. Leur poids respectif s'élève à environ 150 kilogrammes; le plus gros est rouge à sa surface, et à l'intérieur d'un gris bleuâtre; la forme, en général, en est pyramidale, mais montrant toutefois plus d'une simple pyramide à six pans, dont le sommet se termine par un plan un peu rugueux et d'une forme hexagonale mal définie. Le cristal le plus petit présente la forme d'un prisme hexagone régulier, bien défini à l'une de ses extrémités, l'autre restant inégale et incomplète. La couleur de ce cristal est généralement d'un bleu grisâtre, bien qu'il y ait certains points, particulièrement près des angles, où est accusée une teinte pâle saphir. Sa plus grande largeur est de 15 centimètres et sa longueur est d'environ 12 centimètres. Quelques-unes des faces latérales sont revêtues par places de margarite blanche perlée.

» Les cristaux plus petits sont souvent transparents à leurs extrémités; c'est toutefois par la couleur qu'excelle le corindon de cette localité : il est gris, vert, rose, rouge rubis, vert émeraude, bleu saphir, avec toutes les couleurs intermédiaires, jusqu'à l'absence de toute couleur.

» Beaucoup de pièces de couleur bleue et rouge ont été taillées et polies figurant des pierres précieuses, sans être de la plus belle qualité.

---

(1) Voir *Comptes rendus*, p. 356 de ce volume.

» *Diaspore.* — Tandis que ce minéral se trouve si abondamment associé au corindon de Chester (Massachusetts), il ne m'a pas été donné de le trouver associé dans ces localités-ci. Plusieurs spécimens de diaspore supposé m'ont été soumis; mais, après examen, j'ai constaté que ce n'était que du kyanite incolore.

» *Chorite.* — Ce minéral abonde dans cette localité-ci, et, ainsi qu'il a été dit, il est la gangue du corindon; il n'entoure pas seulement ce dernier, il le pénètre. Il y a diverses variétés, depuis le gris jaunâtre jusqu'au vert foncé, et différant un peu dans la composition.

» Deux spécimens de cette localité étaient composés comme il suit :

	Grandes plaques.	Friable.
Silice	27,00	29,15
Alumine	21,60	10,50
Oxyde de fer	16,63	23,50
Magnésie	22,00	25,44
Eau	12,30	10,04

» *Margarite* (émerylite). — Ce curieux mica (curieux en tant que, depuis ma première remarque à son sujet, il est cité comme caractéristique de la formation d'émeri dans l'Asie-Mineure et l'Archipel grec) a été trouvé partout où gît le corindon, et, dans le cas de l'émeri de Chester, ce fut lui qui amena la découverte de ce dernier. Dans les présentes localités, il est abondant et mêlé avec les roches et les minéraux associés de cette localité. Une analyse chimique du spécimen a donné les résultats suivants :

Silice	32,41
Alumine	51,31
Chaux	10,98
Soude	2,43
Eau	2,13

» *Zoïsite.* — Ce minéral se présente sous deux formes : une variété noire et une variété vert clair. Ces minéraux ont été appelés par quelques savants *arfverdsonite;* mais aucun d'eux ne possède la composition de ce minéral.

» Leurs compositions sont les suivantes. La variété verte est d'un vert chrome très-pâle; voici son analyse comparée à celle du lac de Genève :

	Vert clair.	Lac de Genève.	Variété noire.
Silice	45,70	43,59	45,90
Alumine	24,01	27,72	13,34
Peroxyde de fer	4,56	2,61	11,46

	Vert clair.	Lac de Genève.	Variété noire.
Chaux	13,44	21,00	12,20
Magnésie	8,03	2,40	12,53
Soude	2,91	3,08	3,39
Eau	0,60	»	0,66
Oxyde de chrome	0,52	»	»

» *Andesite.* — Ce minéral se montre surtout sous une forme granulaire. Sa composition est

Silice	64,12
Alumine	24,20
Soude	9,28
Chaux	2,80
Oxyde de fer	0,14

» Les autres minéraux associés avec cette formation d'émeri sont : oxyde magnétique de fer, fer chromé, rutile, asbeste, talc, actinolite, tourmaline noire, chalcédoine, anthophyllite, spinelle, albite, picrolite.

» *De l'existence du rubis et du saphir dans les territoires de la Caroline du Nord et de Montana.* — Le gisement du corindon de la Caroline du Nord, que je viens de décrire, fournit des masses dont peuvent être détachées de petites pièces d'une belle couleur bleue ou rubis, d'une transparence parfaite et presque sans défauts, et qui, une fois taillées et polies, donnent des pierres précieuses d'une certaine valeur. Je n'ai pas vu le spécimen le plus parfait de celles qui ont été taillées ; j'en ai cependant quelques-uns d'une belle couleur, mais ayant beaucoup de fissures.

» Pourra-t-on obtenir la pierre précieuse en quantité suffisante pour garantir le succès de l'exploitation? Jusqu'à présent on est si éloigné de ce que présentent les localités connues des Indes Orientales, qu'on serait porté à croire que ce n'est qu'occasionnellement que l'on trouvera des pièces de corindon, de pureté et de beauté suffisantes pour présenter une grande valeur.

» Il y a un an environ qu'une quantité de galets me furent envoyés du territoire de Montana, que, après examen, je trouvai consister principalement en corindon; ils ressemblaient à ceux provenant des localités à rubis, des Indes Orientales, chacun étant, par lui-même, un petit cristal aux angles plus ou moins usés et d'une structure compacte uniforme. Ils étaient incolores ou bien verts, leur nuance variant d'un vert clair à un vert foncé; quelques-uns étaient d'un vert bleuâtre, mais point de rouges dans le nombre; il y avait bien quelques galets rouges, mais qui, après examen, se trouvèrent être des spinelles.

» Ces galets se trouvent sur la rivière Missouri près de sa source à 160 milles environ au-dessus de Benton. On les trouve aux bancs de sable dont quatre se présentent à quelques milles l'un de l'autre. Dans la région minière de ce territoire, sur ces bancs de sable, on trouve de l'or en quantité, charrié par la rivière et demeuré là. C'est à cause de l'or que ces régions sont explorées aujourd'hui. Les pierres se trouvent éparpillées dans le gravier (à une profondeur d'environ 2 mètres); sur certaines concessions (claims), elles se trouvent en abondance, et, sur d'autres, elles sont plus rares. Parfois on les trouve, dans le gravier et sur les strates, à des profondeurs de 15 à 20 mètres; mais dans ces localités elles sont très-rares; la plus grande quantité se trouve sur le banc Eldorado, situé sur la rivière Missouri; à 16 milles environ de Helena, sur ce banc, un seul homme peut quelquefois recueillir jusqu'à 1 kilogramme de pierres par jour.

» J'ai eu en ma possession quelques-unes de ces pierres taillées, et, entre autres, une très-parfaite de 3 ½ carats et d'un beau vert, égalant presque la plus belle émeraude de l'Orient.

» Mon avis est donc que, s'il s'agit de la variété *pierre gemme* du corindon, cette localité est la meilleure à explorer, comparée à toutes celles qu'il m'a été donné d'examiner dans les États-Unis. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le fluorène*. Note de M. **Barbier**, présentée par M. Berthelot (1).

« Dans le cours de ses recherches sur les carbures pyrogénés, M. Berthelot a signalé, sous le nom de *fluorène*, un nouveau carbure très-fluorescent, qui est renfermé dans les parties du goudron de houille volatiles entre 300 et 340 degrés.

» Il indiqua alors son mode d'extraction, et, par l'étude de ses principales réactions, il le fit connaître comme un principe unique, sans toutefois lui attribuer la formule définitive. Ce sont les recherches entreprises dans ce but qui font le sujet de cette Note.

» Pour extraire le fluorène qui a servi à ce travail, j'ai suivi exactement les indications données par M. Berthelot, sauf la légère modification suivante : au lieu de faire cristalliser dans l'alcool seulement les portions de carbure solide qui ont passé à la distillation entre 300 et 305 degrés, j'ai opéré cette cristallisation dans un mélange d'alcool et de benzine; de cette

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XII, p. 222; année 1867.

façon, on sépare une petite quantité d'acénaphtène qui reste dans les eaux mères. Le point de fusion de la masse, qui était à 105 degrés après la première distillation et cristallisation dans l'alcool pur, monte à 112 degrés après la cristallisation dans l'alcool mêlé de benzine.

» Le reste de la purification se fait comme l'a indiqué M. Berthelot, c'est-à-dire on le distille de nouveau et on le fait cristalliser dans l'alcool pur. Ce carbure présente alors le point de fusion, 113 degrés, et possède une fluorescence violette assez prononcée, mais qui disparaît promptement par l'exposition à la lumière.

» Le fluorène peut être représenté par la formule $C^{26}H^{10}$ qui a été établie :

» 1° Par l'analyse du picrate dans lequel j'ai dosé le carbure et l'acide picrique d'une part, le carbone et l'hydrogène de l'autre;

» 2° Par l'analyse complète d'un dérivé bromé très-bien défini;

» 3° Par l'analyse élémentaire du carbure lui-même.

» Voici d'ailleurs le détail de ces opérations :

» Le picrate de fluorène cristallisé en fines aiguilles rouges, fusibles à 80-82 degrés, dédoublé par l'eau ammoniacale, a fourni les nombres suivants :

Acide picrique	57,8
Carbure	42,0
	99,8

» La formule $C^{26}H^{10}, C^{12}H^3(AzO^4)^3O^2$ exige

Acide picrique	57,9
Carbure	42,1

» L'analyse élémentaire a donné les résultats que voici :

	I.	II.	$C^{26}H^{10}, C^{12}H^3(AzO^4)^3O^2$.
C	57,5	57,4	57,6
H	3,4	3,8	3,2

» Le fluorène, traité par le brome, fournit un dérivé bibromé $C^{26}H^8Br^2$, fusible à 166-167 degrés.

» Ce dérivé cristallise en magnifiques tables, appartenant au système clinorhombique; on observe la combinaison des faces p, m, h, h^3, $d^{\frac{1}{2}}$; les faces $d^{\frac{1}{2}}$ manquent fréquemment.

» Voici les principaux angles que M. G. Bouchardat a eu l'obligeance de mesurer :

$$m:m = 97°40'; \ p:m = 97°58'; \ p:h = 102°10'; \ p:d^{\frac{1}{2}} = 131°;$$
$$h^3:h^3 = 132°42'; \ p:h^3 = 94°55'.$$

» On observe un clivage très-net suivant une direction parallèle à la base.

» Ce dérivé bibromé a fourni à l'analyse les résultats suivants :

	I.	II.	$C^{26}H^{8}Br^{2}$.
C.............	48,2	48,2	48,1
H.............	2,7	2,9	2,4
Br.............	49,0	49,1	49,3

» Enfin le carbure lui-même a donné les chiffres suivants :

		$C^{26}H^{10}$.
C.................	93,6	93,9
H.................	6,4	6,1

» Le fluorène bibromé chauffé au rouge en présence de la chaux fournit un carbure lamelleux, fusible au-dessous de 100 degrés, et possédant l'odeur et l'aspect du diphényle. Je reviendrai sur cette réaction, qui tend à faire attribuer au fluorène la constitution d'un *diphénylméthylène :*

$$C^2 [C^{12}H^4 (C^{12}H^6)].$$

» Traité par l'acide chromique en dissolution dans l'acide acétique, il donne un produit d'oxydation cristallisé en fines aiguilles jaunes dont je poursuis l'étude, ainsi que celles des autres dérivés du fluorène.

» Ce travail a été fait au laboratoire de M. Berthelot, au Collége de France. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du platine et du palladium sur les hydrocarbures.* Note de M. **J.-J. Coquillion**, présentée par M. Cahours.

« Mes expériences ont eu pour point de départ la lampe sans flamme attribuée à Dœbereiner. On sait qu'un fil de platine enroulé en spirale, puis chauffé au rouge, se maintient incandescent en présence des vapeurs d'alcool ou d'éther et donne naissance à des produits divers dont les principaux sont l'aldéhyde et l'acide acétique. Tous les alcools mono-atomiques, ainsi que leurs éthers, agissent d'une manière analogue et produisent, dans cette combustion incomplète, l'aldéhyde et l'acide correspondant à l'alcool. Pour favoriser l'action, il faut chauffer le liquide quand son point d'ébullition est un peu élevé.

» Mais cette action du platine est plus générale encore ; tous les hydrocarbures, les huiles volatiles, l'aniline, etc., participent à ces propriétés et entretiennent l'incandescence de la spirale de platine.

» Les huiles fixes, les essences sulfurées, telles que l'essence d'ail, de

moutarde, semblent toutefois faire exception et ne produisent pas cette combustion.

» Il était intéressant dès lors de rechercher si des produits secondaires d'oxydation pouvaient se former comme dans le cas des alcools; c'est dans ce but que j'ai entrepris une série d'expériences dont je me propose de faire connaître les principaux résultats.

» Les appareils dont je me suis servi, variables dans la forme, revenaient en principe à faire passer un mélange d'air et de l'hydrocarbure étudié sur une spirale de platine rougie; les produits de cette combustion étaient recueillis, soit dans des condenseurs reliés au tube où était la spirale, soit dans des barboteurs à eau. Un aspirateur placé à la suite de ces barboteurs permettait de régler convenablement le courant gazeux qui passait sur la spirale.

» J'ai opéré sur trois hydrocarbures, appartenant à trois séries différentes, savoir : le toluène, $C^{14}H^{8}$ ou $\text{Ɵ}^{7}H^{8}$ de la série $C^{2n}H^{2-n6}$ ou $\text{Ɵ}^{n}H^{2n-6}$; le formène, $C^{2}H^{4}$ ou $\text{Ɵ}H^{4}$, de la série $C^{2n}H^{2n+2}$ ou $\text{Ɵ}^{n}H^{2n+2}$; l'éthylène, $C^{4}H^{4}$ ou $\text{Ɵ}^{2}H^{4}$, de la série $C^{2n}H^{2n}$ ou $\text{Ɵ}^{n}H^{2n}$.

» *Toluène.* — Si, au bout de quarante-huit heures, on prend le liquide des condenseurs ou l'eau des barboteurs, on constate que le produit est acide et qu'il exhale l'odeur d'amandes amères. En distillant à plusieurs reprises, ne recueillant que les premières portions, et traitant par l'éther, des gouttelettes huileuses se déposent au fond du flacon et ne tardent pas, si on laisse accès à l'air, à se convertir en acide benzoïque.

» On peut du reste convertir de suite l'hydrure de benzoïle en acide benzoïque : en faisant passer dans l'eau des condenseurs, qui en contient, un courant d'oxygène ozoné, l'odeur d'amandes amères disparaît; en traitant par l'éther, on obtient l'acide benzoïque. Ainsi dans cette réaction, 2 équivalents d'hydrogène ont servi avec l'oxygène à faire de l'eau, de sorte que le groupe moléculaire restant $C^{14}H^{6}$ ou $\text{Ɵ}^{7}H^{6}$ s'est plus ou moins oxydé en donnant $C^{14}H^{6}O^{2}$ et $C^{14}H^{6}O^{4}$ qui sont l'aldéhyde et l'acide benzoïque.

» *Formène ou gaz des marais*, $C^{2}H^{4}$ ou $\text{Ɵ}H^{4}$. — Dans les circonstances ordinaires, cet hydrocarbure n'entretient pas l'incandescence du fil de platine. Si Davy, dans ses expériences sur la lampe des mineurs, a pu constater que la spirale de platine placée au-dessus de la flamme restait incandescente après l'explosion, cela doit tenir à des carbures autres que le formène.

» Pour étudier l'action du platine sur ce composé, j'ai donc dû modifier

mon appareil et faire rougir le fil au moyen de la pile; quand le mélange gazeux arrive en présence du platine, l'incandescence est plus vive et se maintient si l'on règle l'arrivée des gaz. Le produit que l'on recueille dans les condenseurs est acide, il réduit l'oxyde de mercure et l'azotate d'argent et présente enfin les réactions caractéristiques de l'acide formique. Dans ce cas encore, 2 équivalents d'hydrogène ont été enlevés au groupe C^2H^4, qui, dès lors, nous a donné $C^2H^2O^4$ ou $ЄH^2Θ^2$.

» L'aldéhyde formique $ЄH^2Θ^2$ a pu se produire aussi; mais je n'ai pu la retrouver.

» Il y a, comme on voit, analogie complète entre cette action et celle des alcools, où 2 équivalents d'hydrogène sont enlevés pour donner l'aldéhyde ou l'acide correspondant.

» Le nom de *formène*, donné par M. Berthelot à cet hydrocarbure, est ainsi justifié.

» *Éthylène*, C^4H^4 ou $Є^2H^4$. — L'incandescence de la spirale de platine se maintient facilement; en réglant l'arrivée des gaz, on peut éviter les explosions : le liquide des condenseurs contient de l'acide acétique.

» Les autres métaux jouissent de la même propriété que le platine; mais ils fondent le plus souvent quand on les plonge pour les chauffer dans la flamme d'une lampe à alcool, de sorte qu'il devient difficile d'expérimenter.

» Le palladium, toutefois, jouit à un plus haut degré encore que le platine de la propriété de se maintenir incandescent en présence des vapeurs hydrocarbonées; avec le toluène, il donne également l'hydrure de benzoïle. Quand on le plonge incandescent dans l'hydrogène protocarboné, cette incandescence se maintient; il n'est pas besoin de le faire rougir par la pile.

» Avec l'hydrogène bicarboné, tandis que le fil de platine donne des explosions fréquentes, le palladium ne m'en a jamais donné; il s'éteint quand le mélange gazeux n'est pas convenable. Une autre particularité curieuse, c'est qu'il devient rugueux à sa surface : ses spires se brisent facilement au bout de quelques jours d'expériences; de plus, il diminue de poids d'une manière très-sensible.

» En résumé, il y a là une méthode de synthèse très-générale, qui permettra de confirmer certaines théories que les chimistes de nos jours ont déjà exposées. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur les variations de l'hémoglobine dans les maladies.* Note de M. **Quinquaud**, présentée par M. Bouillaud.

» Le chiffre de l'hémoglobine, dosée par la détermination de la quantité maximum d'oxygène absorbé par le sang chez un individu robuste, s'élève de 125 à 130 grammes pour 1000 grammes de sang; chez quelques sujets on trouve 115 grammes sans qu'il en résulte d'état pathologique bien net.

» Les variations de l'hémoglobine dans les maladies sont nombreuses, et leur étude nous a conduit à certaines déductions qui peuvent servir au diagnostic et au pronostic :

» 1° Le cancer, la chlorose, parfois la phthisie tuberculeuse au troisième degré, sont les maladies qui abaissent le plus le chiffre de l'hémoglobine.

» 2° Lorsque, dans un cas de maladie fébrile aiguë, on hésite entre une fièvre typhoïde et une granulie aiguë, le chiffre de l'hémoglobine est un élément sérieux pour le diagnostic : dans la fièvre typhoïde au douzième jour, l'hémoglobine ne descend guère au-dessous de 115, tandis qu'à pareille époque, dans la granulie, elle est à 90.

» 3° Dans les cas de certaines tumeurs viscérales, l'hémoglobine peut également servir au diagnostic; ainsi, dans la carcinome, elle tombe à 40 et même à 38, tandis que, dans les autres tumeurs (kystes, tumeurs fibreuses), elle reste aux environs de 80.

» 4° Lorsque chez une femme on hésite entre la chlorose et une tuberculose au premier degré, le dosage de l'hémoglobine peut servir à faire le diagnostic différentiel; ainsi, en moyenne, dans la chlorose l'hémoglobine descend à 57 et dans la tuberculose à 100 environ.

» 5° Quand dans la fièvre typhoïde, survenue chez un sujet bien portant, l'hémoglobine tombe à 96, le pronostic est grave.

» Le tableau suivant indique des poids d'hémoglobine dans diverses maladies.

» La méthode de dosage à l'hydrosulfite de soude, employée dans ces recherches, a été décrite dans les *Comptes rendus* du 16 juin 1873; ce n'est que grâce au volume restreint de sang nécessaire (5 à 8 centimètres cubes) que ces dosages ont pu être poussés aussi loin.

» Ce travail a été fait à la Sorbone dans le laboratoire de M. Schützenberger.

MALADIES DANS LESQUELLES J'AI DOSÉ L'HÉMOGLOBINE.	1re OBSERVATION.		2e OBSERVATION.		3e OBSERVATION.		4e OBSERVATION.		5e OBSERVATION.		6e OBSERVATION.	
	Hémoglobine pour 1000cc de sang.	Oxygène pour 100cc de sang.	Hémoglobine pour 1000cc de sang.	Oxygène pour 100cc de sang.	Hémoglobine pour 100cc de sang.	Oxygène pour 100cc de sang.	Hémoglobine pour 1000cc de sang.	Oxygène pour 100cc de sang.	Hémoglobine pour 1000cc de sang.	Oxygène pour 100cc de sang.	Hémoglobine pour 10000cc de sang.	Oxygène pour 100cc de sang.
	gr	cc	gr	cc	gr	cc	gr	cc	gr	cc	gr	cc
Tuberculose chr. 1er degré.	106	22	110	23	96	20	115	24	"	"	"	"
Tuberculose chr. 2e degré.	86	18	106	22	110	23	86	18	"	"	"	"
Tuberculose chr. 3e degré.	48	10	62	13	106	22	67	14	91	19	76	16
Granulie aiguë............	12e jour. 67	14	8e jour. 76	16	72	15	81,7	17	"	"	"	"
Fièvre typhoïde grave.......	18e jour. 101	21	15e jour. 91	19	13e jour. 115	24	12e jour. 120	25	convalescence 120	25	15e jour. 96	20
Carcinome viscéral.........	43	9	38	8	48	10	43	9	57	12	"	"
Maladie de Brigth (3e pér.)..	106	22	110	23	81,7	17	96	20	86	18	"	"
Affect. cardiaque (asystolie)..	125	26	96	20	91	19	96	20	120	25	91	19
Dyssenterie aiguë..........	101	21	106	22	96	20	"	"	"	"	"	"
Pleurésie aiguë avec épanch..	81,7	17	91	19	86	18	"	"	"	"	"	"
Angéiocholite avec accès fébr.	86	18	81,7	17	"	"	"	"	"	"	"	"
Sclérose de la moelle épinière avec amaigrissement......	91	19	96	20	101	21	"	"	"	"	"	"
Mal de Pott (abcès par congestion)................	72	15	67	14	72	15	"	"	"	"	"	"
Syphilis tertiaire (lésions osseuses)..................	91	19	96	20	86	18	81,7	17	"	"	"	"
Fièvre intermittente d'Afrique, datant d'un an......	86	18	91	19	96	20	"	"	"	"	"	"
Rhumatisme artic. aigu avec endocardite et pleurésie...	81,7	17	91	19	86	18	"	"	"	"	"	"
Périostite phlegmon. diffuse.	86	18	76	16	"	"	"	"	"	"	"	"
Hystérie avec anémie.......	106	22	96	20	91	19	"	"	"	"	"	"
Chlorose..................	62	13	48	10	57	12	72	15	"	"	"	"
Épilepsie avec pouls à 40 pulsations par minute.......	134	28	139	29	"	"	"	"	"	"	"	"
Pneumonie aiguë..........	96	20	106	22	101	21	"	"	"	"	"	"
Avortement...............	24	5	38	8	43	9	48	10	"	"	"	"

La séance est levée à 5 heures trois quarts.

É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 4 août 1873, les ouvrages dont les titres suivent :

Traité des sections nerveuses; par L. LETIÉVANT. Paris, J.-B. Baillière, 1873; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Cl. Bernard pour le Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1874.)

La Machine animale. Locomotion terrestre et aérienne; par E.-J. MAREY. Paris, J.-B. Baillière, 1873; 1 vol. in-8°, relié.

Troisième section des recherches sur les conditions anthropologiques de la production scientifique et esthétique; par Th. WECHNIAKOFF. Paris, G. Masson, 1873; in-8°.

Annales du Conservatoire des Arts et Métiers, publiées par les professeurs; n° 36, t. IX, 4e fascicule. Paris, J. Baudry, 1873; in-8°. (Ce numéro renferme une Notice historique sur le système métrique, sur ses développements et sur sa propagation, par M. le général Morin.)

Bulletin de la Société d'Agriculture, Sciences et Arts de la Sarthe; 2e série, t. XIV, 1873-1874. Le Mans, Ed. Monnoyer, 1873; in-8°.

L'Éthiops minéral. Lettre de M. le prof. SOCRATE *au Directeur du journal* l'Italie. Rome, 1873; 1 page in-4°.

On the composition and origin of the waters of a salt spring in huel seton mine; by J.-Arth. PHILLIPS. London, printed by Taylor and Francis, 1873; br. in-8°.

Report of the meteorological committee of the royal Society for the year ending 31st *december* 1872. London, printed G.-E. Eyre and Spottiswoode, 1873; in-8°.

Mineralogy and Chemistry. Original researches by prof. J. LAWRENCE SMITH. Louisville, printed by J.-B. Morton. 1873; 1 vol. in-8°, relié.

Memoirs of the geological survey of India: Palæontologia indica, etc.; Cretaceous fauna of southern India; vol. IV, part 1-2. Calcutta, 1872; in-4°.

Records of the geological survey of India; vol. V, part 1, 2, 3, 4, 1872. Calcutta, 1872; 4 liv. in-8°.

Instituto, revista scientifica e litteraria, XVII anno, junho de 1873, segunda serie, n° 2. Coimbra, imprensa da Universidade, s. d.; in-8°.

Gustavo UZIELLI. *Della grandezza della Terra, secondo Paolo dal Pozzo Toscanelli*. Roma, G. Civelli, 1873; br. in-8°.

Sulle variazioni del diametro del Sole in corrispondenza alvario stato di attività della sua superficie; Nota del prof. L. RESPIGHI. Sans lieu ni date; br. in-4°. (Reale Accademia dei Lincei estratto della sessione II, del 5 gennaro 1873.)

Componimenti per la pubblica solenne adunanza tenusati dai socj della regia Accademia modenese di Scienze, Lettere ed Arti nel di 21 *ottobre* 1872, *a celebrare la ricorrenza del secondo centenario dalla nascita di L.-A. Muratori*. Modena, tip. di L. Gaddi già Soliani, 1873; in-4°.

Publicazioni del reale Osservatorio di Brera in Milano, n° III : *I precursori di Copernico nell' untichità, ricerche storiche di* G.-V. SCHIAPARELLI. Milano-Napoli, U. Hoepli, 1873; in-4°.

Verhandelungen der naturforschenden Gesellschaft in Basel, funfter Theil, viertes Heft. Basel, 1873; in-8°.

Archiv für mikroskopische Anatomie, herausgegeben von M. SCHULTZE; neunter Band, viertes Heft. Bonn, M. Cohen et Sohn, 1873; in-8°.

G. VOM RATH. *Gustav Rose. Nekrolog*. Bonn, 1873; 3 pages in-4°.

Almindelige egenskaber ved Systemer af plane Kurver, etc.; af H.-G. ZEUTHEN (avec un résumé en français). Kjobenhaven, 1873; in-4°.

L'Académie a reçu, dans la séance du 11 août 1873, les ouvrages dont les titres suivent :

Association française pour l'avancement des Sciences. Comptes rendus de la 1re *session* 1872, BORDEAUX. Paris, au Secrétariat de l'Association, 1872; 1 vol. in-8°, relié.

Travaux publics des États-Unis d'Amérique en 1870. *Rapport de mission; par* M. MALÉZIEUX, publié par ordre de M. le Ministre des Travaux publics; texte et atlas. Paris, Dunod, 1873; 2 vol. in-4°, reliés. (Présenté par M. Belgrand.)

Étude clinique sur l'influence curative de l'érysipèle dans la syphilis; par Ch. MAURIAC. Paris, A. Delahaye, 1873; in-8°. (Présenté par M. Ch. Robin.)

De nos institutions d'hygiène publique et de la nécessité de les réformer; par le Dr ARMAINGAUD. Paris, A. Delahaye, 1873; br. in-8°. (Présenté par M. Ch. Robin).

Mémoires de la Société nationale d'Agriculture, Sciences et Arts d'Angers; t. XV, 1872, nos 3, 4. Angers, imp. P. Lachèse, 1872; in-8°.

Études sur la Géologie, la Paléontologie et l'ancienneté de l'homme dans le département de Lot-et-Garonne; par J.-L. COMBES. Villeneuve-sur-Lot, X. Duteis, 1870; br. in-8°.

Note sur l'origine et la formation des minerais de fer du Haut-Agenais (Lot-et-Garonne) et des phosphates de chaux du Quercy; par J.-L. COMBES. Agen, P. Noubel, 1873; br. in-8°.

Histoire de la ville et de la châtellenie de Pont-sur-Seine; par A. THÉVENOT. Nogent-sur-Seine, Faverot; Troyes, Socart, 1873; in-8°. (Renvoyé à la Commission du prix de Statistique, 1874.)

Contribution à la Physiologie. De l'inflammation et de la circulation; par le prof. M. SCHIFF, traduction de l'italien par le Dr R. GUICHARD DE CHOISITY. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1873; in-8°.

Le Phylloxera (*de* 1854 à 1873). *Résumé pratique et scientifique; par* J.-E. PLANCHON *et* J. LICHTENSTEIN. Montpellier, Coulet, 1873; br. in-8°.

Généralités sur les eaux minérales des Pyrénées. Conférence faite à la Société d'Histoire naturelle de Toulouse; par le Dr F. GARRIGOU. Paris, Malteste, 1873; br. in-8°.

Considérations générales sur les points d'origine des grandes épidémies cholériques; par le Dr THOLOZAN. Paris, Martinet, 1873; opuscule in-8°. (Extrait du *Bulletin de l'Académie de Médecine.*) [Présenté par M. le Baron Larrey.]

Du développement de la peste dans les pays montagneux et sur les hauts plateaux de l'Europe, de l'Afrique et de l'Asie, par M. le Dr J.-D. THOLOZAN. Paris, Gauthier-Villars, 1873; opuscule in-4°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

Les cristalloïdes complexes à sommet étoilé; par le Comte L. HUGO. Paris, Gauthier-Villars, 1872; br. in-8°.

Notice sur l'asile d'aliénés de la Cellette (Corrèze); par le Dr F. LONGY. Tulle, imp. Crauffon, in-8°.

Indbydelsesskrift til Kjobenhavns universitets aarsfest til erindring om Kirkens reformation, etc.; aft Dr H. D'ARREST. Kjobenhavn, J.-H. Schultz, 1872; in-4°.

Geometrische Mittheilungen, I, II; *von* Dr E. WEYR. Wien, Hof; 2 opuscules in-8°.

Ueber Curvenbüschel; von Dr E. WEYR. Wien, Hof; opuscule in-8°.

Ueber rationale Raumcurven vierter Ordnung; von E. WEYR. Wien, Hof; br. in-8°.

Ueber Evoluten raümlicher Curven; von Dr E. WEYR. Wien, Hof; opuscule in-8°.

Zur Vervollständigung der Involutionen höherer Ordnung; von Dr E. WEYR. Wien, Hof; opuscule in-8°.

Construction des Krümmungskreises für Fusspunkteurven; von Dr E. WEYR. Wien, Hof; opuscule in-8°.

Studien aus der höheren Geometrie; von E. WEYR. Wien, Hof; opuscule in-8°.

Ueber Krümmungslinien der Flächen zweiten Grades und confocale Systeme solcher Flächen; von Dr E. WEYR. Wien, Hof; opuscule in-8°.

Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen, Classe der Königlich böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften, am II, Januar 1871. Sans lieu ni date; br. in-8°.

Construction der Hauptkrümmungshalbmesser und der Hauptkrümmungsrichtungen bei beliebigen Flächen; von E. WEYR. Leipzig, Teubner; br. in-8°.

Dr E. WEYR. *Ueber die Fernwirkung elektrischer Solenoïde und materieller ebener Flächen.* Prag, Gregr, 1871; br. in-8°.

Dr E. WEYR. *Ueber Punktsysteme auf razionalen Curven.* Prag, Gregr, 1873; br. in-8°.

Dr E. WEYR. *Ueber razionale Curven.* Prag, Gregr, 1873; br. in-8°.

Sitzung der Classe für Mathem. und Naturwissenschaften am 24 *Februar,* 21 *Mai,* 10 *December* 1869; 16 *Februar,* 27 *April* 1870. Prag, Gregr, 1869-1870; 5 br. in-8°.

Casopis pro pestovani Mathematiky a Fisiky, etc.; cislo I, II, III, IV, V. Praze, 1872; 5 br. in-8°.

Prvni, druha, treti, zprava jednoty ceskych mathematiku, V. Praze, 1870-1872; 3 br. in-8°.

(*La suite du* Bulletin *au prochain numéro.*)

COMPTES RENDUS
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 18 AOUT 1873,
PRÉSIDÉE PAR M. BERTRAND.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE AGRICOLE. — *Quatrième Note sur le guano en pierre;* par M. CHEVREUL.

« La Communication que j'ai l'honneur de faire à l'Académie sera bien courte, mais je suis intéressé à la publier; elle concerne deux matières : une matière cristallisable, que j'ai désignée préalablement par la lettre *c*, et la matière que l'eau froide appliquée au guano ne dissout pas.

» *Matière cristallisable c*. — Cette matière, que l'eau froide appliquée au guano dissout parfaitement, cristallise en aiguilles brillantes satinées d'une couleur fauve, parce qu'elle retient une matière colorante d'origine organique très-probablement formée d'un *principe colorant jaune*, d'un *principe colorant rouge*, et d'une *matière brune* provenant certainement de l'altération profonde d'une matière organique, matière qui *rabat* l'éclat des deux principes colorants *jaune* et *rouge*. En effet, j'ai obtenu, par des procédés que j'indiquerai plus tard, la *matière c* à l'état incolore.

» J'ai dit précédemment que la matière *c* avait plutôt tendance à l'acidité qu'à la neutralité. Aujourd'hui je puis dire pourquoi : c'est qu'elle est un *véritable* sel ammoniacal, et j'ajoute assez stable, si on le compare surtout au carbonate d'ammoniaque : comme lui, il est dissous par l'eau froide;

mais il en diffère beaucoup en ce qu'il reste fixe et cristallise après que le carbonate d'ammoniaque du guano a disparu par l'évaporation spontanée, après avoir déjà perdu du gaz acide carbonique qui s'était dégagé avec effervescence pendant la dissolution.

» L'existence de l'ammoniaque dans ce sel est prouvée par les trois expériences suivantes : la solution du sel concentré, mise avec la potasse dans un petit tube, émet une vapeur qui bleuit le papier rouge de tournesol et a l'odeur ammoniacale; le chlorure de platine la précipite sur-le-champ en petits cristaux; enfin l'acide chlorhydrique donne du sel ammoniac, et un acide incolore en est séparé.

» La matière cristallisable *c* est accompagnée de *chlorhydrate d'ammoniaque*, et de très-petites quantités de *chlorures de potassium et de sodium.*

» *Matière que l'eau froide ne dissout pas dans le traitement du guano en pierre.* — Cette matière est complexe : dans l'analyse immédiate, elle présente des résultats intéressants.

» D'abord elle cède à l'alcool bouillant plusieurs matières, et une proportion d'*acide avique* plus forte qu'aucune de celles que j'ai obtenues dans les traitements précédents de matières renfermant de l'acide avique.

» Il est remarquable que la matière, avant le traitement par l'alcool, n'avait aucune odeur avique.

» Ce résultat m'a rappelé une bien ancienne observation sur le *musc :* c'est que le résidu d'un traitement d'une quantité assez grande de cette matière odorante soumise à l'action de dissolvants, renfermé dans un flacon à l'émeri, exhala, après quelques années, une forte odeur de musc. Si j'ai conclu de cette observation que le musc est à l'état latent comme les acides odorants des corps gras saponifiables, aujourd'hui je n'oserais l'affirmer pour l'*acide avique;* mais il est certain que cet acide existe dans le follicule ou l'organe producteur de la plume, qui fait partie de la peau.

» La matière que l'eau froide et l'alcool n'ont pas dissous cède à l'eau bouillante une matière très-remarquable par une substance cristallisable qu'elle donne et par une proportion très-sensible d'acide avique.

» Enfin, dans le résidu du guano épuisé par l'eau froide, l'alcool bouillant et l'eau bouillante, il y a du phosphate de chaux dans un état particulier, sur lequel je reviendrai dans une dernière Note, où je montrerai comment mes expériences jettent un jour nouveau sur le rôle du guano en agriculture, et comment il réalise dans la pratique toutes les vues théoriques que j'ai émises, il y a plus de trente ans, sur la conception d'un engrais par excellence. »

THERMODYNAMIQUE. — *Démonstration directe des principes fondamentaux de la Thermodynamique. Lois du frottement et du choc d'après cette science* [suite (1)]. Mémoire de M. **A. Ledieu.** (Extrait par l'auteur.)

« Dans notre dernière Note, nous avons donné la relation

$$\frac{\Sigma m a^2}{2} = \frac{\Sigma m B^2}{2} = k E \Sigma m g T.$$

» Dans un corps simple, B^2 est le même pour tous les atomes, de telle sorte que $\Sigma m B^2 = B^2 \Sigma m$; mais, dans les corps composés, B^2 possède diverses valeurs, chacune d'elles n'étant commune qu'aux atomes jouant le même rôle dans chaque molécule intégrante. Néanmoins la relation ci-dessus convient encore, à la condition que B^2 demeurera expressément sous le signe Σ.

» XI. *Relation fondamentale entre la quantité de chaleur appliquée à un corps, le changement de température et la variation de durée des vibrations.* — La relation que nous allons établir suppose expressément que toute la masse du corps est, à chaque instant, en équilibre de température, et que les *vitesses* de changement de volume sont négligeables. Admettons que le corps, sous l'influence des forces mesurables physiquement et des forces calorifiques, varie à la fois de volume et de température. Il est clair que l'étendue des vibrations complexes des atomes et la durée commune de ces vibrations *varieront* en même temps. Pour bien comprendre ces variations, il faut imaginer qu'à chaque atome correspond, d'instant en instant, une vibration *instantanée,* laquelle serait justement la vibration qui se réaliserait si toutes les forces qui agissent sur l'atome passaient, à partir de l'instant considéré, par les valeurs qu'elles prendraient précisément si le corps ne changeait ni de température ni de volume.

» On est toujours libre de décomposer le travail élémentaire desdites forces en deux parties, satisfaisant aux conditions suivantes :

» La première de ces parties servira à transporter l'atome, de la trajectoire de la vibration de durée τ, sur la trajectoire de la vibration de durée $\tau + \delta\tau$, de façon qu'il occupe sur celle-ci la position qui correspond à la

---

(1) *Voir* les *Comptes rendus* des 14, 21 et 28 juillet, 4 et 11 août.

Dans notre extrait précédent, à la page 416 des *Comptes rendus*, g doit être partout multiplicateur, et *non* diviseur de Σm. D'autre part, le dernier membre de l'équation (12) doit se lire $\frac{\Sigma m a^2}{\Sigma m g} \times \frac{1}{2 k E}$.

fraction n de la durée $\tau + \delta\tau$ égale à la fraction n de la durée τ relative à l'instant considéré. De la sorte, du reste, l'atome décrira le chemin élémentaire dû au changement de durée et de grandeur de la vibration, soit au changement de température et de volume.

» La seconde partie du travail élémentaire total correspondra alors au travail nécessaire pour faire parcourir à l'atome un élément de sa trajectoire et lui communiquer le mouvement d'ensemble du système.

» Proposons-nous d'abord d'évaluer la première partie du travail élémentaire en fonction de la *variation* de la force vive moyenne vibratoire, et de la *variation* $\delta\tau$ de la durée de la vibration.

» A la variation $\delta\tau$ correspondent les *variations* δx, δy, δz des coordonnées de l'atome. De leur côté, les composantes de la force d'inertie de l'atome ont respectivement pour valeur

$$-\frac{d^2x}{dt^2}, \quad -\frac{d^2y}{dt^2}, \quad -\frac{d^2z}{dt^2}.$$

» Appelons

X_q, Y_q, Z_q, X'_q,... les composantes des forces calorifiques, suivant les trois axes des coordonnées;

X_θ, Y_θ, Z_θ, X'_θ,... les composantes, suivant les mêmes axes, des forces mesurables physiquement qui sont appliquées au corps;

X_φ, Y_φ, Z_φ, X'_φ,... les composantes des forces intérieures.

» En vertu du théorème de d'Alembert, nous aurons trois équations de la forme suivante :

$$(\alpha) \qquad \Sigma X_q\,\delta x + \Sigma X_\theta\,\delta x + \Sigma X_\varphi\,\delta x = \Sigma m\frac{d^2x}{dt^2}\,\delta x.$$

» Imaginons que l'on considère, pour chaque atome, la valeur de $m\frac{d^2x}{dt^2}\,\delta x$ qui correspond aux divers instants de la vibration de durée τ, et que X_q, X_θ et X_φ conservent leurs valeurs respectives : la somme $\Sigma m\frac{d^2x}{dt^2}\,\delta x$ sera la même à tous ces instants; on aura donc, d'après une démonstration analogue à celle de notre Note précédente,

$$(\alpha') \qquad \Sigma m\frac{d^2x}{dt^2}\,\delta x = \Sigma m\,\frac{1}{\tau}\int_t^{t+\tau}\frac{d^2x}{dt^2}\,\delta x\,dt.$$

» Cherchons à transformer cette dernière expression; pour cela, remarquons que l'on a

$$\frac{d^2x}{dt^2}\,\delta x = \frac{\left(d\,\frac{dx}{dt}\right)\delta x}{dt} = \frac{1}{dt}\left[d\left(\frac{dx}{dt}\,\delta x\right) - \frac{dx}{dt}\,d\,\delta x\right],$$

d'où

$$(\beta)\quad \frac{1}{\tau}\int_t^{t+\tau}\frac{d^2x}{dt^2}\,\delta x\,dt = \frac{1}{\tau}\left[\left(\frac{dx}{dt}\,\delta x\right)_{t+\tau} - \left(\frac{dx}{dt}\,\delta x\right)_t\right] - \frac{1}{\tau}\int_t^{t+\tau}\frac{dx}{dt}\,\frac{d\delta x}{dt}\,dt;$$

or le terme entre crochets du second membre de cette équation est nul; car, évidemment, la quantité $\frac{dx}{dt}\,\delta x$ aura repris, à la fin de la vibration, la valeur qu'elle avait au commencement. De la sorte, il restera

$$(\beta')\qquad \frac{1}{\tau}\int_t^{t+\tau}\frac{d^2x}{dt^2}\,\delta x\,dt = -\frac{1}{\tau}\int_t^{t+\tau}\frac{dx}{dt}\,\frac{d\delta x}{dt}\,dt.$$

» Nous allons transformer le second membre de cette équation. En appelant toujours n la fraction, relative à l'instant considéré, de la durée τ de la vibration, on aura

$$t = \text{const.} + n\tau = \mathrm{C} + n\tau \quad \text{et} \quad x = f(t) = f(\mathrm{C} + n\tau).$$

Nous allons successivement *varier* et *différentier* l'équation en x. Il est évident que, dans les variations, il faudra considérer comme constantes les quantités fonctions de t, et que, dans les différentiations, il devra en être de même pour les quantités fonctions de τ. Nous remarquerons que n est à la fois fonction de t et de τ; mais, d'après l'hypothèse faite plus haut, $\delta n = 0$. Afin d'aller au-devant de toute objection, notons que C, qui entre dans l'équation en t ci-dessus, doit être regardé comme une fonction implicite de τ. On tire alors de cette équation

$$0 = \delta\mathrm{C} + \tau\delta n + n\delta\tau;$$

notre condition $\delta n = 0$ revient dès lors à supposer $\delta\mathrm{C} = n\delta\tau$.

» Mentionnons d'ailleurs avec soin que la variation de τ suffit pour déterminer, non-seulement une variation de la vitesse vibratoire de l'atome, mais encore une variation de sa trajectoire elle-même, puisque l'équation en x et les équations correspondantes en y et en z expriment le mouvement *total* de l'atome.

» Tout cela bien compris, effectuons, sur l'équation en x, les opérations annoncées. Il viendra

$$\delta x = f'(\mathrm{C} + n\tau)\,(\delta\mathrm{C} + n\delta\tau),$$

d'où

$$(\gamma)\qquad \frac{d\delta x}{dt} = f''(\mathrm{C} + n\tau)\,(\delta\mathrm{C} + n\delta\tau)\,\frac{dn}{dt}\,\tau + f'(\mathrm{C} + n\tau)\,\frac{dn}{dt}\,\delta\tau.$$

» On obtiendra, d'autre part, en intervertissant l'ordre des opérations précédentes,

$$\frac{dx}{dt} = f'(\mathrm{C} + n\tau)\frac{dn}{dt}\tau,$$

d'où

$$(\varepsilon)\quad \delta\frac{dx}{dt} = f''(\mathrm{C}+n\tau)(\delta\mathrm{C}+n\delta\tau)\frac{dn}{dt}\tau + f'(\mathrm{C}+n\tau)\frac{dn}{dt}\delta\tau + f'(\mathrm{C}+n\tau)\,\tau\delta\frac{dn}{dt}.$$

» En combinant entre elles les équations (γ) et (ε), on obtient

$$(\zeta)\qquad \frac{d\,\delta x}{dt} = \delta\frac{dx}{dt} - f'(\mathrm{C}+n\tau)\,\tau\delta\frac{dn}{dt}.$$

» Mais remarquons que $f'(\mathrm{C}+n\tau) = \frac{dx}{dt}$, et que, de l'équation $t = \mathrm{C}+n\tau$, on tire

$$\frac{dn}{dt} = \frac{1}{\tau},\quad \delta\frac{dn}{dt} = -\frac{\delta\tau}{\tau^2}.$$

» L'équation (ζ) peut dès lors s'écrire

$$(\zeta')\qquad \frac{d\,\delta x}{dt} = \delta\frac{dx}{dt} + \frac{dx}{dt}\frac{\delta\tau}{\tau}.$$

» Cette valeur de $\frac{d\,\delta x}{dt}$, introduite dans l'équation (β'), donnera

$$(\beta'')\quad \left\{\begin{aligned} \frac{1}{\tau}\int_t^{t+\tau}\frac{d^2x}{dt^2}\delta x\,dt &= -\frac{1}{\tau}\int_t^{t+\tau}\frac{dx}{dt}\left(\frac{\delta\,dx}{dt} + \frac{dx}{dt}\frac{\delta\tau}{\tau}\right)\\ &= -\frac{1}{\tau}\int_t^{t+\tau}\frac{1}{2}\,\delta\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 dt - \frac{1}{\tau}\frac{\delta\tau}{\tau}\int_t^{t+\tau}\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 dt.\end{aligned}\right.$$

» Si nous remarquons que l'on a évidemment

$$\int_t^{t+\tau}\delta\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 dt = \delta\int_t^{t+\tau}\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 dt,$$

l'équation (α), combinée avec (α') et (β''), donnera

$$(\alpha'')\quad \left\{\begin{aligned} \Sigma\mathrm{X}_q\delta x + \Sigma\mathrm{X}_\theta\delta x + \Sigma\mathrm{X}_\varphi\delta x &= -\sum\frac{m}{2}\frac{1}{\tau}\,\delta\int_t^{t+\tau}\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 dt\\ &\quad - \Sigma m\frac{\delta\tau}{\tau}\frac{1}{\tau}\int_t^{t+\tau}\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 dt.\end{aligned}\right.$$

» On trouvera, par rapport aux axes des Y et des Z, des équations analogues à la précédente. Additionnons les trois équations ainsi obtenues; mais rappelons-nous, dans cette opération, que, suivant l'hypothèse faite au commencement de ce paragraphe, les *vitesses* de changement de vo-

lume sont supposées négligeables. Dès lors,

$$\frac{1}{2}\frac{1}{\tau}\sum\int_t^{t+\tau} m\left[\left(\frac{dx}{dt}\right)^2+\left(\frac{dy}{dt}\right)^2+\left(\frac{dz}{dt}\right)^2\right]dt$$

sera justement égal à la force vive moyenne vibratoire du système que nousa vons représentée par $\frac{\Sigma m B^2}{2}$, augmentée de la force vive d'ensemble $\frac{\Sigma m A^2}{2}$. D'ailleurs, δA^2 est manifestement égal à zéro. A l'aide de ces remarques, nous arriverons à la relation

$$(\eta)\quad\left\{\begin{aligned}&\Sigma(X_q\,\delta x+Y_q\,\delta y+Z_q\,\delta z)\\&+\Sigma(X_\theta\,\delta x+Y_\theta\,\delta y+Z_\theta\,\delta z)\\&+\Sigma(X_\varphi\,\delta x+Y_\varphi\,\delta y+Z_\varphi\,\delta z)=-\frac{\Sigma m\,\delta B^2}{2}-\Sigma m\frac{\delta\tau}{\tau}(B^2+A^2).\end{aligned}\right.$$

» Nous allons intégrer les deux membres de cette égalité entre deux époques comprenant la durée de la vibration instantanée de durée τ, un nombre de fois assez grand pour qu'on puisse toujours regarder comme relativement inappréciable la fraction de vibration qu'il serait, au besoin, nécessaire d'ajouter à ce nombre, à l'effet de le rendre entier.

» Au préalable, appelons d_1x, d_1y, d_1z les différentielles du mouvement *d'ensemble* suivant les trois axes des coordonnées, quantités qui seront communes à tous les atomes; et d_2x, d_2y, d_2z la différentielle du mouvement propre d'un atome dû à la vibration *instantanée* susdite. Notons d'ailleurs qu'on pourra cesser de considérer δx, δy, δz comme des variations, et les regarder comme les différentielles des composantes de la partie du mouvement propre relative au changement de température et de volume.

» Nous remarquerons qu'on a la relation

$$\int\Sigma(X_\theta\,d_2x+Y_\theta\,d_2y+Z_\theta\,d_2z)=0,$$

car les forces *mesurables physiquement* ont, d'après leur définition même, leur direction et leur intensité qui doivent être regardées comme constantes pendant la durée de chaque vibration. D'autre part, il vient pareillement

$$\int\Sigma(X_\varphi\,d_2x+Y_\varphi\,d_2y+Z_\varphi\,d_2z)=0;$$

car le premier membre de cette égalité représente les travaux des forces intérieures pendant une série de *mêmes* vibrations instantanées, et que, d'après notre Note précédente, la quantité Φ demeurera incessamment constante dans de pareilles conditions. De plus, comme cette même quan-

tité Φ est toujours indépendante du mouvement d'ensemble, nous aurons aussi

$$\int\Sigma(X_\varphi d_1 x + Y_\varphi d_1 y + Z_\varphi d_1 z) = 0.$$

» D'après ces considérations, en effectuant l'intégration susmentionnée, il est manifeste qu'on tirera de l'équation (η) la relation suivante :

$$(\eta')\left\{\begin{aligned}&\Sigma\int(X_q\,\delta x + Y_q\,\delta y + Z_q\,\delta z)\\&+\Sigma\int[X_\theta(d_1 x + d_2 x + \delta x) + Y_\theta(d_1 y + d_2 y + \delta y) + Z_\theta(d_1 z + d_2 z + \delta z)]\\&+\Sigma\int[X_\varphi(d_1 x + d_2 x + \delta x) + Y_\varphi(d_1 y + d_2 y + \delta y) + Z_\varphi(d_1 z + d_2 z + \delta z)]\\&-\Sigma\int(X_\theta\,d_1 x + Y_\theta\,d_1 y + Z_\theta\,d_1 z)\\&\qquad = -\sum\frac{m}{2}(B_1^2 - B^2) - \Sigma m\int\frac{\delta\tau}{\tau}B^2 - \frac{\Sigma m}{2}(A_1^2 - A^2).\end{aligned}\right.$$

» En se rappelant que θ représente la somme des travaux des forces mesurables physiquement, et en remplaçant par Φ la valeur complexe qui lui est égale, l'équation (η') devient

$$(\eta'')\left\{\begin{aligned}&\theta - (\Phi_1 - \Phi) = -\sum\frac{m}{2}(B_1^2 - B^2) - \Sigma m\int\frac{\delta\tau}{\tau}B^2 = \sum\frac{m}{2}(A_1^2 - A^2)\\&\qquad + \Sigma\int(X_\theta d_1 x + Y_\theta d_1 y + Z_\theta d_1 z) - \Sigma\int(X_q\delta x + Y_q\delta y + Z_q\delta z).\end{aligned}\right.$$

» En introduisant dans cette relation l'expression mécanique des températures absolues du corps, nous arriverons enfin à la relation

$$(13)\quad\left\{\begin{aligned}&\theta - (\Phi_1 - \Phi) = -\Sigma mgk\mathrm{E}\,(\mathrm{T}_1 - \mathrm{T}) - 2\Sigma mgk\mathrm{E}\int\mathrm{T}\frac{\delta\tau}{\tau}\\&\qquad -\sum\frac{m}{2}(A_1^2 - A_2) + \Sigma\int(X_\theta d_1 x + Y_\theta d_1 y + Z_\theta d_1 z)\\&\qquad - \Sigma\int(X_q dx + Y_q dy + Z_q dz).\end{aligned}\right.$$

» Dans tous les cas, en combinant la relation (13) avec l'équation (9), après avoir encore introduit dans celle-ci les expressions mécaniques des températures absolues, nous obtiendrons l'équation fondamentale que nous avions en vue, savoir :

$$(14)\quad\left\{\begin{aligned}&\mathrm{EQ} = \Sigma m(A_1^2 - A_2) + 2\Sigma mgk\mathrm{E}(\mathrm{T}_1 - \mathrm{T}) + 2\Sigma mgk\mathrm{E}\int\mathrm{T}\frac{\delta\tau}{\tau}\\&\qquad - \Sigma\int(X_\theta d_1 x + Y_\theta d_1 y + Z_\theta d_1 z) - \Sigma\int(X_q\delta x + Y_q\delta y + Z_q\delta z).\end{aligned}\right.$$

» Cette équation fondamentale, qui est expressément soumise, ne l'oublions pas, aux deux conditions mentionnées au commencement du paragraphe, nous servira à démontrer le théorème de Carnot. »

VITICULTURE. — *De la marche de proche en proche du* Phylloxera. Note de MM. **J.-E. Planchon** et **J. Lichtenstein**, présentée par M. J. Decaisne.

« Dès les premières observations faites sur le *Phylloxera*, on a pu constater sans peine qu'il se répand dans les vignobles par deux modes différents, savoir : en rayonnant de proche en proche des racines des ceps infectés aux racines des ceps encore sains, ou bien en franchissant de grands intervalles pour apparaître, à l'état de colonies naissantes, dans des localités nouvelles. Ce que l'on ne sait pas encore d'une manière précise, c'est la manière dont se fait cette diffusion sur place. La présente Note, renfermant deux observations nouvelles, a surtout pour but de résumer l'état de cette question et d'en mettre en relief toute l'importance pratique.

» La première expérience sur la marche du *Phylloxera* fut faite par l'un de nous (J.-E. Planchon) en août 1868. Des tronçons de racine de vigne saine furent enterrés à moitié (étant placés verticalement) dans de la terre non infectée ; on mit à quelques centimètres de distance d'autres tronçons de racine chargés de *Phylloxera*. Dès le lendemain de jeunes *Phylloxera* s'étaient transportés et fixés sur les surfaces de section ou sur les plaies superficielles des racines saines ; mais par quelle voie s'était effectué ce passage d'une racine à l'autre? Etait-ce souterrainement? était-ce par la surface du sol, ou bien par ces deux modes à la fois? Les doutes à cet égard appelaient des observations et des expériences nouvelles.

» Cependant, dès le 5 août 1859, un agriculteur très-distingué, M. Faucon, de Graveson, annonçait que ses deux neveux, jeunes collégiens à intelligence vive et à vue perçante, en se couchant à plat ventre sur la surface argileuse et blanche d'une terre infectée de *Phylloxera*, avaient pu voir de ces insectes (aptères) marchant à la surface du sol. La manière un peu trop pittoresque dont cette découverte fut annoncée explique sans doute le peu de crédit qu'elle obtint d'abord : M. Faucon lui-même n'y avait pas spécialement insisté, lorsque, dans l'automne de 1872, ses neveux et lui, renouvelant l'observation, en rendirent successivement témoins M. Gaston Bazille, M. Duclaux, nous-mêmes et M. Cornu. Dès lors aucun doute ne pouvait rester et l'on dut accepter sans hésitation ce fait assez imprévu, que le *Phylloxera* aptère marche *en plein jour, en plein soleil*, à la surface du sol. Ajoutons comme circonstance importante qu'il s'agit d'un sol argileux, fendillé de petites crevasses verticales, dans lesquelles on a vu les insectes s'enfoncer fréquemment comme pour aller chercher

sous le sol, par des fissures plongeantes, les radicelles qu'ils ne pouvaient atteindre en marchant sous terre dans le sens horizontal. Telle est du moins l'idée qui se présente à l'esprit en présence des conditions matérielles de l'observation faite à Graveson, conditions qui ne se trouvent pas aussi favorables dans les terres moins compactes, moins régulièrement fendillées, et que ne présenteraient à aucun degré les sols franchement sablonneux.

» Restait donc toujours à décider si, dans les terres de consistance moyenne, la marche du *Phylloxera* ne pouvait pas avoir lieu à la fois par la surface et par les profondeurs du sol.

» Pour établir ce dernier fait, l'un de nous (J.-E. Planchon) a fait l'expérience suivante : vers la fin d'août 1872, dans une vigne de M. L. Vialla, à Montpellier, une cavité cylindrique creusée dans le sol, juste au-dessus de racines phylloxérées, reçut un bocal dans lequel on avait mis de la terre saine (non infectée de *Phylloxera*), et dans cette terre, à peu près à demi-hauteur du bocal, des tronçons de racine de vigne non phylloxérée. Le bocal était placé l'ouverture en bas; les insectes ne pouvaient y entrer que par la partie inférieure, et, pour se rendre aux tronçons de racine leur servant d'appât, ils devaient traverser une couche de terre d'environ 20 centimètres d'épaisseur; c'est ce qu'ils firent en effet; car, huit jours après, on trouvait six de ces insectes fixés sur les bouts de section ou sur les entailles pratiquées sur les tronçons de racines jusque-là saines. Une expérience analogue, mais en sens inverse, c'est-à-dire avec un bocal préparé de la même façon, mais enterré la tête en bas et le goulot au ras du sol, n'a donné que des résultats négatifs; mais cela n'infirme en rien le fait bien établi par M. Faucon, que le *Phylloxera* marche aussi sur le sol.

» S'il pouvait, du reste, exister encore un doute sur ce dernier point, ce doute serait levé par l'expérience suivante, que l'un de nous (Jules Lichtenstein) vient de faire :

» Sur des provins établis, en plein été (dès le mois de juin de l'année courante), avec des sarments verts des vignes phylloxérées, les radicelles adventives se sont montrées d'autant plus envahies par les jeunes *Phylloxera* qu'elles étaient plus rapprochées de la surface du sol, celles du fond de l'arcature de la portion enterrée du sarment en ayant beaucoup moins que celles qui naissaient plus haut des deux côtés.

» Il est à peine besoin d'insister sur l'importance pratique de la connaissance de ce fait, que le *Phylloxera* marche souvent à la surface du sol.

C'est dans cette migration qu'on peut espérer l'atteindre par les insecticides ou l'attirer et le retenir sur place au moyen de marcottes superficielles, par le système des appâts. Malheureusement la marche souterraine de l'insecte coexiste habituellement avec sa marche à l'air libre, et l'on ne saurait guère douter que, dans bien des cas, l'envahissement des ceps ne se fasse directement du cep infecté aux radicelles des ceps encore sains, mais contigus aux ceps malades; seulement le mode précis de cette invasion par-dessous terre reste encore à déterminer et ne pourra l'être que par des observations ou des expériences ultérieures. »

« M. **F. de Lesseps** remet à M. le Président une Notice sur le projet d'un chemin de fer au centre de l'Asie, pour relier les chemins de fer de l'Europe aux chemins de fer anglo-indiens, et demande la formation d'une Commission de l'Académie qui rédigerait pour les premiers explorateurs de la ligne projetée des indications et un questionnaire.

» La saison favorable étant trop avancée, cette exploration, dit M. de Lesseps, ne pourra avoir lieu qu'au printemps prochain; mais, en attendant, M. l'ingénieur Cotard, auteur du projet, accompagné d'un ingénieur russe, se rendra à Saint-Pétersbourg, à Moscou et à Orenbourg, pour bien fixer le point de départ et prendre sur les lieux les renseignements nécessaires. En même temps, mon fils Victor de Lesseps, secrétaire d'ambassade en disponibilité, se rendra dans l'Inde, séjournera à *Péchaver*, extrémité nord des chemins de fer indiens, et restera dans cette ville ou dans les environs un temps suffisant pour étudier sur les lieux le point d'arrivée et prendre des informations sur les chemins des caravanes qui de l'Indo-Kouch arrivent au bassin de l'Indus.

» Les explorateurs recevront avec reconnaissance les instructions de l'Académie et ils feront leurs efforts pour étudier avec fruit les questions qui leur seront soumises et qu'ils auront à résoudre dans des régions peu connues. »

(Renvoi à une Commission composée de MM. Élie de Beaumont, Milne Edwards, Decaisne, Phillips, Janssen, de Lesseps.)

« M. **Daubrée** informe l'Académie qu'il a reçu de M. Nordenskiöld, le 7 de ce mois, une Lettre contenant des observations *sur les poussières charbonneuses, avec fer métallique, qu'il a observées dans la neige*, de diverses régions du nord de l'Europe. Cette Lettre, écrite de sa station d'hiver du Spitz-

berg, Mossel-Bay (latitude 79° 53'), dès le 9 septembre 1872, n'est parvenue à Tromsoë que le 24 juillet dernier.

« Je saisis l'occasion du retour de nos navires pour vous faire part d'une observation qui se rattache à une question qui, je le sais, vous intéresse beaucoup.

» Dans le mois de décembre 1871, il est tombé à Stockholm la quantité de neige la plus grande peut-être dont mémoire d'homme ait gardé le souvenir. Il neigea sans discontinuité pendant cinq ou six jours et telle fut cette quantité, qu'on eut à déplorer plusieurs victimes aux environs de la capitale. Pensant que les impuretés flottant dans l'atmosphère avaient dû se déposer avec les neiges des premiers jours, j'ai attendu la fin de leur chute pour recueillir, avec toutes les précautions possibles, les parties superficielles, et je les ai fait fondre pour voir si elles contenaient des parties solides. A mon grand étonnement, je m'aperçus bientôt que la neige ainsi obtenue renfermait une forte quantité de poussière noire comme de la suie et consistant en une substance organique riche en carbone. Cette substance ressemble tout à fait aux poussières météoriques tombées, en même temps que les météorites proprement dites, à Hessle près Upsal, le 1er janvier 1869. Cette poussière contenait aussi de très-petites paillettes de fer métallique.

» Il était possible que la poussière charbonneuse, malgré le soin avec lequel elle avait été recueillie, fût due aux cheminées de Stockholm et que le fer métallique provînt aussi du fer dont sont faits la plus grande partie des toits de cette ville. Cependant, jugeant l'observation digne d'être étudiée, j'écrivis à mon frère, Carl Nordenskiöld, qui demeure dans une partie assez déserte de l'intérieur de la Finlande et qui s'occupe de météorologie, le priant de faire la même expérience. Ayant cherché à éviter les principales causes d'erreur et ramassé la neige dans une plaine entourée de forêts, il obtint aussi une poussière noire qu'il m'envoya. Mes analyses me prouvèrent qu'elle était de la même nature que celle de Stockholm; de l'une comme de l'autre on pouvait extraire, au moyen de l'aimant, des paillettes magnétiques qui, triturées dans un petit mortier d'agate, furent reconnues comme du fer métallique.

» Ayant fait recueillir de la neige pendant le printemps, en deux endroits de la Suède, cette neige me laissa également des paillettes de fer.

» On connaît la propriété que possèdent les vents de transporter les matières à de très-grandes distances. Aussi, je me proposai de reprendre cette question dans mon voyage arctique, où les circonstances devaient être plus favorables. A notre premier essai pour pénétrer vers notre station d'hiver, à travers les champs de glace, j'eus une excellente occasion de renouveler cette observation sur une glace flottante; j'observai à sa surface et à quelques centimètres plus bas une poussière grise mêlée de petits grains magnétiques. La neige recueillie dans ces conditions me fournit, après fusion, un résidu peu abondant. La poussière grise consistait, pour la plus grande partie, en diatomées entières ou brisées, et les points noirs, d'une grandeur atteignant un quart de millimètre, contenaient du fer métallique entouré d'oxyde de fer et contenant probablement aussi du charbon. A plusieurs reprises, j'ai constaté la présence du fer métallique, qui se décèle aussi en précipitant le cuivre d'une dissolution de sulfate de ce dernier métal.

» Cette dernière observation me paraît prouver que la neige et la pluie amènent des poussières cosmiques en petites quantités.

» Pendant l'hiver, j'espère pouvoir faire des observations nouvelles, et amasser une assez grande quantité de cette poussière pour en faire une analyse quantitative. Je désire aussi que quelqu'un en France puisse vérifier mes expériences. »

» A cette occasion, M. Daubrée rappelle l'observation qu'il présentait lors de la chute des météorites charbonneuses, qui eut lieu, le 14 mai 1864, aux environs d'Orgueil (Tarn-et-Garonne) (1). Les météorites de cette chute sont non-seulement tendres et friables, mais elles se réduisent en une poussière impalpable aussitôt qu'elle prend le contact de l'eau et que le sel soluble qui lui sert de ciment se trouve dissous. Ce fait apprenait qu'il peut être parfois difficile de distinguer les corps pulvérulents arrivant des espaces planétaires de ceux qui sont enlevés à l'écorce terrestre par les vents, les trombes ou les phénomènes volcaniques. Le passage de météorites de ce genre à travers une simple pluie ou des nuages suffit, en effet, pour les déliter complétement et les rendre méconnaissables.

» L'exemple des météorites d'Orgueil faisait donc supposer que bien des chutes de ce genre doivent échapper journellement à l'observation, et montrait combien il importe d'être attentif aux masses pulvérulentes qui tombent à la surface de notre globe.

» Il est à espérer que, depuis que cette lettre a été écrite, M. Nordenskiöld aura recueilli, dans les régions polaires, assez de substances pulvérulentes pour pouvoir y constater à son retour un fait caractéristique, la présence ou l'absence du nickel. »

M. Daubrée fait hommage à l'Académie d'une « Notice nécrologique sur M. Sauvage », qu'il vient de publier.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de juger le Concours du prix Morogues pour 1873.

MM. Decaisne, Boussingault, P. Thenard, Peligot, Hervé Mangon réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Chevreul, Edm. Becquerel.

(1) *Comptes rendus*, t. LVIII, p. 985; 1864.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE. — *Suite de recherches sur les courants secondaires, et leurs applications.* Mémoire de M. G. PLANTÉ. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Fizeau, Edm. Becquerel, Jamin.)

« En poursuivant l'étude des phénomènes présentés par les couples secondaires à lames de plomb, j'ai été conduit aux observations suivantes :

» La modification chimique des électrodes, qui constitue la source du courant secondaire, est rendue plus complète par des alternatives convenablement ménagées d'action du courant principal dans les deux sens et de repos entre cette double action.

» Par l'action successive du courant principal dans les deux sens, les dépôts d'oxyde formé se réduisent, puis se recomposent de nouveau, et les électrodes se trouvent ainsi modifiées dans leur constitution moléculaire, non-seulement à leur surface, mais peu à peu jusque dans leur profondeur, sans s'altérer, pour cela, dans le liquide; car des couples secondaires fonctionnent, depuis de longues années, avec les mêmes lames de plomb et le même liquide (l'eau acidulée par l'acide sulfurique), sans avoir perdu leur faculté d'emmagasiner le travail chimique de la pile principale. Loin de là, les effets vont sans cesse en croissant d'intensité.

» Par le repos, les dépôts, formés à la surface des lames, de métal oxydé ou de métal réduit, acquièrent une texture cristalline et une forte adhérence qui contribuent à protéger les dépôts sous-jacents tendant à se former sous l'action continuée du courant primaire.

» Cet ensemble d'opérations, que j'ai désigné sous le nom de *formation* des couples secondaires, consistant à les former ou à les vieillir, pour obtenir des dépôts d'une plus grande épaisseur, permet de produire, lorsqu'on les décharge, des effets calorifiques de plus en plus prolongés.

» Un couple secondaire à lames de plomb, ayant moins d'un demi-mètre carré de surface, convenablement *formé*, peut, après avoir été chargé par deux éléments de Bunsen, rougir un fil de platine de $\frac{1}{2}$ millimètre de diamètre, pendant vingt minutes, et un fil de $\frac{2}{10}$ de millimètre de diamètre, pendant une heure environ, sans aucune communication avec la source primaire, et même quarante-huit heures après avoir été chargé.

» Une batterie de $1\frac{1}{2}$ mètre carré de surface, également bien formée,

peut conserver une partie de sa charge, de manière à rougir un fil de platine pendant quelques minutes, un mois après avoir été chargée.

» Si la *formation* des couples secondaires exige l'emploi de deux couples de Bunsen, dont on change le sens, avec des intervalles de repos, pour donner aux dépôts le temps de prendre une agrégation cristalline, une fois que cette opération a été effectuée, il n'est plus nécessaire de changer le sens du courant, et l'on peut charger alors les couples secondaires, à l'aide d'un courant primaire très-faible, agissant constamment dans le même sens, tel que celui qui est fourni par des éléments à sulfate de cuivre, montés même avec de l'eau pure autour du zinc. Le travail chimique produit par cette faible pile s'accumule lentement, mais presque sans perte, dans les couples secondaires, et l'on recueille, lors de la décharge, des effets d'une intensité infiniment supérieure à celle de la source primaire.

» Ces observations faciliteront les diverses applications des courants secondaires que j'ai déjà signalées, et m'ont permis de construire l'appareil que j'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie.

» Il consiste en un petit couple secondaire parfaitement formé, contenu dans une boîte dont la base et les parois portent un système de communications disposées de manière à rougir un fil de platine et à enflammer, par la simple pression du doigt sur une touche métallique, un corps combustible, tel qu'une bougie, une lampe à alcool, à gaz, etc., placées auprès. La pile destinée à mettre l'appareil en fonction, composée de trois éléments à zinc et eau, cuivre et sulfate de cuivre, est placée à distance, ou près de l'appareil, et contenue dans une boîte munie de deux lamelles métalliques formant ressort, aboutissant à ses pôles, et contre lesquelles il suffit d'appuyer les pôles de l'appareil secondaire pour le charger.

» Il n'est pas nécessaire de maintenir le couple secondaire constamment en charge sous l'action de la pile; car avec la provision d'électricité qu'il renferme, une fois chargé, on peut produire une centaine d'inflammations consécutives. Avec un appareil renfermant un couple secondaire de plus grande dimension (de $1\frac{1}{2}$ mètre carré de surface environ), on peut obtenir consécutivement de trois à quatre mille inflammations. On en obtient de même un très-grand nombre en produisant les décharges par intervalles, dans un espace de huit à quinze jours, par suite de la propriété qu'ont les électrodes de plomb de conserver longtemps une partie de leur charge.

» Cet appareil, qu'on pourrait désigner, pour suivre les traditions des anciens chimistes, sous le nom de *briquet de Saturne*, constitue donc l'un

des moyens les plus commodes pour se procurer du feu ou de la lumière.

» L'inflammation d'une bougie, sous l'influence du platine rougi au blanc, se produit, sans bruit ni crépitation, plus instantanément que par tous les moyens employés jusqu'ici. L'incandescence du fil de platine ne modifiant en aucune manière la composition de l'air, il n'y a point de développement de fumée, d'odeur, de gaz délétère ou suffocant, comme cela a lieu avec le soufre ou les chlorates. On n'a point à redouter les dangers d'incendie ou d'empoisonnement que présente le phosphore. On peut enfin considérer ce moyen d'inflammation comme très-économique; car, d'une part, le couple secondaire n'exige, par lui-même, aucune dépense ou entretien, le plomb et le liquide étant mis une fois pour toutes, sans devoir jamais être renouvelés, et, d'autre part, il suffit, pour entretenir le faible courant de la pile destinée à charger le couple secondaire, d'ajouter, de temps en temps, quelques cristaux de sulfate de cuivre, dont la consommation est très-minime vis-à-vis du grand nombre d'inflammations qu'on peut obtenir.

» Cet appareil peut être associé aux sonneries électriques, de manière à fonctionner avec une seule et même pile (trois éléments à sulfate de cuivre), sans entraver nullement l'action des sonneries, en le plaçant dans un circuit dérivé du circuit principal, et en communication directe avec les deux pôles de la pile.

» Il semblerait que, pendant la charge d'un couple secondaire sous l'action d'une pile, dans le circuit de laquelle se trouvent une ou plusieurs sonneries, ce couple doit absorber tout le courant et empêcher ces sonneries de fonctionner; mais, comme le couple secondaire à lames de plomb acquiert, sous l'influence de la pile, une grande intensité temporaire, il en résulte qu'il n'agit pas comme un circuit dérivé inerte, et qu'il contribue lui-même à mettre en action les sonneries. Bien plus, si la pile se trouve trop affaiblie pour faire marcher seule les sonneries, le couple secondaire est capable, par la force qu'il a accumulée, de les mettre en mouvement. Il agit, dans ce cas, comme un récepteur de travail, une sorte de *volant* électrique.

» Enfin ces deux systèmes d'appareils peuvent fonctionner, non-seulement d'une manière alternative avec la même pile, mais simultanément et au même instant, sans se nuire l'un l'autre. Cela vient de ce que, le couple secondaire ne formant qu'un circuit dérivé, la résistance du fil de platine porté à l'incandescence est assez grande pour permettre à une autre portion du courant de traverser le circuit des sonneries.

» Cette association des couples secondaires et des sonneries électriques permet donc de produire, à l'aide d'une faible source d'électricité, le son et la lumière. »

GÉOMÉTRIE APPLIQUÉE. — *Note descriptive du cryptographe de M.* **PÉLEGRIN**; présentée par M. Dupuy de Lôme.

(Commissaires : MM. Fizeau, Dupuy de Lôme, Tresca.)

« Le cryptographe est un instrument destiné à relever sur le terrain et à convertir en expressions, pouvant être transmises directement et secrètement par le télégraphe, les coordonnées polaires des points qui déterminent une figure donnée, d'où la possibilité, à l'aide de cet instrument, de suivre, d'interpréter, c'est-à-dire de dessiner au fur et à mesure, à Paris, par exemple, ce que des correspondants placés sur divers points de la terre, en communication télégraphique avec Paris, verraient, relèveraient et télégraphieraient au fur et à mesure, mais n'interpréteraient pas.

» Le cryptographe peut donc servir dans les opérations de dessins linéaires qu'on aurait intérêt à cacher ou à télégraphier sans recourir à des appareils transmetteurs spéciaux.

» Il consiste en un arc de cercle gradué, avec alidade également graduée et à vis de rappel.

» L'alidade porte un chariot qui la parcourt dans sa longueur, de même qu'elle parcourt l'arc. Ce chariot est aussi muni d'une vis de rappel.

» Pour le secret des transmissions, il est bon que les divisions de l'arc et de l'alidade n'aient rien de commun avec les mesures connues; ces divisions seront donc prises arbitrairement; on les subdivisera, s'il y a lieu, au moyen de verniers.

» L'arc et l'alidade sont ajustés sur une planchette verticale ayant une ouverture permettant de voir tout le terrain sur lequel on a à opérer. Cette ouverture peut être réduite au moyen de diaphragmes; on la fermera par une glace, mais cette glace sera enlevée en opérant, afin d'éviter les déformations d'images qu'elle introduirait, par la réfraction des rayons visuels obliques à son plan.

» Un viseur placé à l'extrémité d'une monture articulée, fixée sur le bord de la planchette, prend la position qui convient pour qu'on puisse voir dans le secteur déterminé par l'arc et les deux positions extrêmes de l'alidade toutes les figures à relever. Ce viseur ne devra pas changer de

position pendant l'opération, et l'on tiendra très-exactement compte de son point de projection et de sa distance au plan de la glace.

» Le chariot est muni à volonté de styles de deux sortes qui se remplacent l'un l'autre, suivant qu'il s'agit d'opérer avec l'instrument opérant le relevé ou avec celui qui le reçoit ou le dessine. En combinant convenablement ce déplacement du style sur l'alidade avec le déplacement de l'alidade sur l'arc, il est évident que ce style atteindra successivement tous les points du secteur.

» Le premier style consiste en une lame de mica très-mince, afin de n'avoir pas à tenir compte ici de la réfraction, sur laquelle on a marqué un petit point noir; le second style consiste en une pointe d'acier très-fine, qui correspond au point noir et qu'un faible ressort maintient à peu de distance de la glace.

» C'est avec le point noir de la lame de mica d'un cryptographe qu'on suivra dans l'espace, en regardant par le viseur, les contours des figures, non pas pour en prendre tous les éléments, comme s'il s'agissait du pointillé d'un poncis, mais seulement les points strictement nécessaires, et c'est avec le style à pointe d'un autre cryptographe et la feuille de papier tendue sur la glace qu'on marquera ailleurs ces points.

» Toutes les positions que l'on fera prendre aux styles étant accusées par les deux graduations de l'instrument, ce sera par les nombres se rapportant à ces deux graduations qu'on pourra, après transmission, reprendre au loin, sur un instrument pareil, les positions ci-dessus, et, par celles-ci, reproduire les figures primitives.

» J'ai désigné par groupe-point l'ensemble des deux nombres de l'alidade et de l'arc servant à la détermination d'un point; ces nombres sont écrits l'un à la suite de l'autre en commençant toujours par celui provenant de l'alidade.

» Chaque groupe-point sera invariablement de six chiffres, et, quand chacun des deux nombres le composant n'en contiendra pas trois, on placera des zéros à gauche pour compléter cette quantité de trois : ainsi, l'alidade ayant donné le nombre 8 et l'arc le nombre 56, on écrira : d'une part, 008 ; d'autre part, 056, et pour le tout, c'est-à-dire pour le groupe-point, 008056.

» Deux cryptographes identiques étant indispensables pour pouvoir correspondre par figures chiffrées, chaque correspondant aura le sien et il s'en servira :

» 1° Comme expéditeur, pour relever et exprimer en groupes-points les figures à transmettre;

» 2° Comme destinataire, pour reproduire ces figures au moyen des groupes-points transmis, reçus et interprétés.

» Ces instruments seront, par conséquent, pour eux des vocabulaires servant alternativement à composer et à traduire des expressions figures.

» La transmission de ces expressions, c'est-à-dire des groupes-points dont elles se composent, a lieu à part et au moyen des appareils transmetteurs ordinaires, dont la manœuvre est confiée à des employés entièrement étrangers aux opérations de relèvement et d'interprétation.

» Pouvant opérer sur le terrain et par conséquent sur des figures plus ou moins éloignées du plan de l'instrument, à plus forte raison pourra-t-on opérer sur celles données par un dessin qu'on aura fixé sur la glace du cryptographe.

» Pour ces dessins, on supprimera le viseur et l'on procédera au relèvement par les coordonnées polaires comme on le ferait ailleurs par les coordonnées rectangulaires, par exemple, en employant le diagraphe Gavard, qui serait préférable au cryptographe s'il était d'une construction aussi simple, d'un maniement aussi facile et si les résultats qu'il donne étaient directement transmissibles télégraphiquement et pouvaient être cachés au besoin.

» D'une figure quelque compliquée qu'elle soit, ou plutôt quelque simple qu'elle soit, on ne relèvera que les éléments indispensables, et l'on distinguera dans un plan donné (soit un plan de bataille) (1) la partie constante, qu'on ne transmettra qu'une fois ou qu'on ne transmettra pas du tout quand elle sera fournie par les cartes imprimées, de la partie variable, consistant :

» 1° Dans les diverses positions des corps engagés dans une zone d'opérations;

» 2° Dans les ouvrages construits ou détruits à leur occasion, occupés ou abandonnés par eux.

» De cette partie variable encore ne sera-t-il relevé que ce qui aura changé depuis la dernière transmission-figure. Dans ce cas, la phrase : *Pour le reste, comme dans la transmission-figure...*, remplacera ce qu'on aurait à répéter.

» Si l'on a à signaler certaines dispositions prises ou à prendre sur un terrain dont on possédera la carte, il suffira de placer un exemplaire de

---

(1) Je n'ai pas l'intention, par le choix de ce plan et par ce qui suit, d'indiquer ici l'application que l'on pourrait faire de la cryptographie.

cette carte sur chacune des planchettes des cryptographes expéditeur et destinataire.

» Chaque carte sera saisie, bridée sous l'arc; des points de repère auront permis de les disposer de part et d'autre très-exactement de la même manière.

» Ayant tracé sur la carte de l'expéditeur la partie variable dont il vient d'être question, elle sera seule décomposée en groupes-points, seule transmise télégraphiquement et seule pointée sur la carte du destinataire.

» Pour prévenir toute confusion dans le tracé, c'est-à-dire dans la liaison des points, l'expéditeur ne comprendra dans le même alinéa que les points appartenant à une même figure ou plutôt à une même ligne continue, et le destinataire n'attendra pas, pour les lier, d'en avoir reçu et marqué une trop grande quantité.

» Il importe beaucoup, en réunissant ces points, d'observer rigoureusement l'ordre dans lequel ils se présenteront, puisque, avec les mêmes points qu'on réunirait de diverses manières, on obtiendrait des figures diverses.

» Il sera possible, au moyen d'un tableau, de donner quelque expression aux dessins linéaires transmis.

» Tous les signes de convention dont il sera fait usage, ainsi que certains détails relatifs à l'emploi et au maniement du cryptographe, seront donnés à part dans une instruction dont on munira les opérateurs. »

M. Stephen Smith soumet au jugement de l'Académie, par l'entremise de M. Chasles, un Mémoire sur les équations modulaires.

(Commissaires : MM. Hermite, Serret, Puiseux.)

M. A. Namur adresse des « Études pratiques sur les logarithmes des nombres, avec des projets de nouvelles Tables ».

(Commissaires : MM. Serret, O. Bonnet, Puiseux.)

Un Auteur, dont le nom est contenu dans un pli cacheté, adresse un Mémoire manuscrit portant pour titre « Mammalogie australe, comparée et raisonnée ».

(Renvoi à la Commission du prix Bordin.)

M. L. Hugo annonce l'existence, au Musée de Chalon-sur-Saône, d'un

nouveau dodécaèdre antique en bronze, semblable à ceux de Lyon et à celui de Vienne.

(Commissaires précédemment nommés : MM. Bertrand, Roulin.)

M. **Riche** adresse, de Colmar, une Note sur des expériences à effectuer, concernant l'action du magnétisme sur les organismes vivants.

(Commissaires : MM. Cl. Bernard, Edm. Becquerel, Jamin.)

M. **Ch. Tellier** adresse une Note sur l'emploi de moyens préventifs contre le choléra.

L'auteur, attribuant la propagation du choléra au transport, par l'air ou par l'eau, de germes analogues à ceux qu'ont fait connaître les études de M. Pasteur, germes qui doivent être facilement fixés à la surface des fruits employés comme aliments, conseille de ne faire usage, en temps d'épidémie, que de fruits cuits, ou de fruits crus soigneusement lavés et pelés; il conseille également de n'employer l'eau, comme boisson, qu'après l'avoir préalablement portée à une température voisine de l'ébullition (celle où elle commence à *frémir*.)

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

M. **C. Beuchot** adresse une nouvelle Note concernant les divers moyens de transport et l'application définitive de la vapeur aux canaux.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **Héna** annonce la découverte, faite par lui, d'une plage soulevée à 8 mètres (à Pléneuf, à 20 kilomètres de Saint-Brieuc), et de dépôts coquillers quaternaires (à Plœuc, au pied de prolongements de la chaîne de montagnes de Méné).

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **C.-M. Mathey** adresse un complément à ses Communications précédentes sur l'application de la force du vent à la vapeur, comme force motrice.

(Renvoi à la Commission du prix Plumey.)

M. **A. Brachet** adresse une nouvelle Note relative à l'hélioscope de L. Foucault.

(Renvoi à la Commission du prix Trémont.)

M. A. **Veillet** adresse une Note relative à une machine hydraulique destinée à la création des chutes artificielles, etc.

(Renvoi à l'examen de M. Resal.)

M. **Dalpeint** adresse le dessin d'un projet de machine hydraulique.

(Renvoi à l'examen de M. Phillips.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une brochure de M. *de Croizier*, intitulée : « La Perse et les Persans; Nasr-Eddin-Schah; le nouvel iran et l'équilibre asiatique »;

2° Les numéros du premier semestre du journal *le Ciel*, adressés par M. *J. Vinot*.

GÉOMÉTRIE. — *Sur les courbes gauches algébriques.* Note de M. **Picquet**, présentée par M. O. Bonnet.

« Si deux courbes gauches algébriques, de degrés p et q, sont le résultat de la décomposition d'une courbe de degré $p+q$, ces deux courbes auront nécessairement un certain nombre k de points communs. Soient $m=p+q$ et h_m, h_p, h_q les nombres des sécantes doubles que l'on peut mener à ces courbes respectives d'un point arbitraire. On aura évidemment

$$h_m = h_p + h_q + pq - k, \tag{1}$$

puisque $pq-k$ représente le nombre des droites d'intersection des deux cônes ayant pour sommet le point arbitraire et pour bases respectives les courbes p et q, droites ne passant pas par les points communs aux deux courbes.

» Au moyen de cette formule, je vais déterminer en fonction du degré m d'une courbe gauche, et de la quantité h_m qui achève de la définir : 1° le degré de la surface engendrée par les sécantes triples de la courbe; 2° le nombre des sécantes quadruples.

» Je remarque d'abord que le degré de la surface engendrée par une droite qui s'appuie une fois sur une courbe de degré m_1 et deux fois sur une courbe de degré m, degré égal en général à $m_1[h_m+\frac{1}{2}m(m-1)]$ de-

vient $m_1[h_m + \frac{1}{2}m(m-1)] - k(m-1)$, si les deux courbes m_1 et m ont k points communs, car il faut retrancher de la première surface k cônes; de degré $m-1$ ayant pour sommets respectifs chacun de ces points et pour base la courbe m. Si donc $\varphi(m)$ est le degré de la surface engendrée par les sécantes triples de la courbe m, et que cette courbe se décompose en deux autres de degrés p et q, $\varphi(m)$ se composera : 1° des degrés des surfaces analogues pour ces deux courbes, ou $\varphi(p) + \varphi(q)$; 2° des degrés des surfaces engendrées par une droite s'appuyant une fois sur une des courbes et deux fois sur l'autre, ou $p[h_q + \frac{1}{2}q(q-1)] = k(q-1)$ pour l'une, et $q[h_p + \frac{1}{2}p(p-1)] - k(p-1)$ pour l'autre, k étant le nombre des points communs aux courbes p et q. On aura donc

$$\varphi(m) = \varphi(p) + \varphi(q) + p[h_q + \tfrac{1}{2}q(q-1)] + q[h_p + \tfrac{1}{2}p(p-1)] - k(p+q-2)$$

et, en remplaçant k par sa valeur tirée de l'équation (1),

$$\begin{aligned}\varphi(m) = \varphi(p) + \varphi(q) &+ p[h_q + \tfrac{1}{2}q(q-1)] \\ &+ q[h_p + \tfrac{1}{2}p(p-1)] - (pq + h_p + h_q - h_m)(p+q-2).\end{aligned}$$

Faisant $p = m-1$ et $q = 1$, et remarquant que $\varphi(1) = 0$, $h_1 = 0$,

$$\varphi(m) = \varphi(m-1) + (m-2)h_m - (m-3)h_{m-1} - \tfrac{1}{2}(m-1)(m-2).$$

De même

$$\varphi(m-1) = \varphi(m-2) + (m-3)h_{m-1} - (m-4)h_{m-2} - \tfrac{1}{2}(m-2)(m-3)$$

et ainsi de suite, jusqu'à

$$\varphi(3) = h_3 - h_2 - \tfrac{1}{2}(3-1)(3-2).$$

» Ajoutant ces équations membre à membre, il reste

$$(2) \quad \varphi(m) = (m-2)h_m - \frac{1}{2}\sum_3^m (m-1)(m-2) = (m-2)[h_m - \tfrac{1}{6}m(m-1)].$$

On a ainsi le degré de la surface en fonction de m et de h; la courbe m sera une courbe multiple de la surface d'ordre $h_m - m + 2$, puisque, d'un point d'une courbe gauche de degré m, on peut mener $h_m - m + 2$ droites qui la rencontrent encore deux fois.

» On peut s'en servir pour déterminer le nombre des droites situées sur une surface du troisième degré; car si une telle surface rencontre une surface de degré p suivant une courbe de degré $3p$, on aura $h_{3p} = 3p(p-1)$

et $\varphi(3p) = (3p-2)[(h_{3p} - \frac{1}{6}3p(3p-1)] = \frac{p}{2}(3p-2)(3p-5)$. La courbe d'intersection de la première surface avec la surface $\varphi(3p)$, courbe de degré égal à $3\varphi(3p)$, se composera de la courbe $3p$ avec un ordre de multiplicité égal à $h_{3p} - 3p + 2$ ou à $3p^2 - 6p + 2$ et des x droites prises chacune $\frac{p(p-1)(p-2)}{1.2.3}$ fois, puisqu'elles coupent la surface p en p points et peuvent être considérées de $\frac{p(p-1)(p-2)}{1.2.3}$ façons comme sécantes triples de la courbe $3p$. On aura donc

$$\frac{3}{2}p(3p-2)(3p-5) = 3p(3p^2 - 6p + 2) + x\frac{p(p-1)(p-2)}{1.2.3},$$

d'où l'on tire

$$x = 27.$$

» Cherchons maintenant le nombre $\psi(m)$ des sécantes quadruples de la courbe m, et décomposons-la de nouveau en deux courbes p et q; $\psi(m)$ se composera évidemment : 1° de $\psi(p) + \psi(q)$; 2° des droites qui rencontrent une fois l'une des deux courbes et trois fois l'autre, dont le nombre est égal, si c'est la courbe p qui est coupée trois fois, au nombre des points d'intersection de la courbe q avec la surface $\varphi(p)$, c'est-à-dire à

$$q(p-2)[h_p - \frac{1}{6}p(p-1)]$$

en général, et à

$$q(p-2)[h_p - \frac{1}{6}p(p-1)] - k(h_p - p + 2),$$

si les courbes p et q ont k points communs; égal aussi à

$$p(q-2)[h_q - \frac{1}{6}q(q-1)] - k(h_q - q + 2),$$

si c'est la courbe q qui est coupée trois fois; 3° des droites qui rencontrent deux fois chacune des courbes p et q. Ces droites sont, d'après une formule connue, au nombre de $h_p h_q - \frac{1}{2}p(p-1)\frac{1}{2}q(q-1)$, si les courbes ne se coupent pas. Si elles se coupent en k points, il faut en retrancher, pour chaque point, les droites d'intersection de deux cônes de degrés $p-1$ et $q-1$, ayant le point pour sommet et les deux courbes pour bases respectives, ce qui fait $k(p-1)(q-1)$, moins $\frac{1}{2}k(k-1)$; car, dans ce compte, les droites qui joignent les k points deux à deux sont comptées deux fois. Ce nombre est donc

$$h_p h_q + \frac{1}{2}p(p-1)\frac{1}{2}q(q-1) - k(p-1)(q-1) + \frac{1}{2}k(k-1).$$

On a donc

$$\psi(m)=\psi(p)+\psi(q)+q(p-2)[h_p-\tfrac{1}{6}p(p-1)]+p(q-2)[h_q-\tfrac{1}{6}q(q-1)]$$
$$+h_p h_q+\tfrac{1}{2}p(p-1)\tfrac{1}{2}q(q-1)-k(h_p+h_q-m+4)$$
$$-k(p-1)(q-1)+\tfrac{1}{2}k(k-1).$$

Remplaçant k par sa valeur tirée de (1), faisant $p=m-2$, $q=2$ et réduisant, il reste

$$\psi(m)=\psi(m-2)+\tfrac{1}{2}h_m^2-\tfrac{1}{2}h_m(4m-11)+\tfrac{1}{2}h_{m-2}(4m-19)$$
$$-\tfrac{1}{2}h_{m-2}^2-\tfrac{1}{6}(m-2)(2m^2-29m+75).$$

Remplaçant m par $m-2$, $m-4$,... jusqu'à 4, si m est pair, 3 si m est impair, ajoutant membre à membre, on arrive, dans le premier cas, à

$$\psi(m)=\tfrac{1}{2}h_m(h_m-4m+11)-\frac{1}{2}\sum_2^p(m-2)(2m^2-29m+75),$$

avec $m=2p$; dans le second cas, à

$$\psi(m)=\tfrac{1}{2}h_m(h_m-4m+11)+1-\frac{1}{6}\sum_1^p(m-2)(2m^2-29m+75),$$

avec $m=2p+1$; et dans les deux cas, toute sommation faite, à la formule générale cherchée

$$(3)\qquad \psi(m)=\tfrac{1}{2}h_m(h_m-4m+11)-\tfrac{1}{24}m(m-2)(m-3)(m-13).$$

» On peut encore, au moyen de cette formule, trouver le nombre des droites situées sur une surface du troisième degré; car, si une telle surface rencontre une surface de degré p suivant une courbe de degré $3p$, les sécantes quadruples de la courbe ayant quatre de leurs points sur la première surface y seront tout entières; réciproquement, toutes les droites cherchées rencontrant la surface p et par suite la courbe $3p$ en p points pourront être considérées de $\frac{p(p-1)(p-2)(p-3)}{1.2.3.4}$ façons comme sécantes quadruples de la courbe $3p$; on aura donc

$$\psi(3p)=x\frac{p(p-1)(p-2)(p-3)}{1.2.3.p},$$

d'où l'on tire $x=27$, en remplaçant, dans $\psi(m)$, m par $3p$ et h_m par $3p(p-1)$. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Recherches expérimentales sur les matières explosives.* Note de MM. **Roux** et **Sarrau**, présentée par M. Rolland.

« 1. Nous avons déterminé récemment les chaleurs de combustion des cinq espèces de poudre fabriquées en France. Nous complétons ce travail par la détermination, pour les mêmes poudres, du volume réduit à zéro et à $0^m,76$ des produits gazeux de la combustion. Nous déduisons cet élément, par les lois de Mariotte et de Gay-Lussac, de la mesure de la pression des gaz à une température et sous un volume connus.

» 2. L'appareil que nous avons réalisé à cet effet peut servir à des épreuves courantes, et son exactitude pratique est, croyons-nous, suffisamment assurée par la facilité avec laquelle il permet de contrôler, par la réitération, les résultats obtenus.

» Il se compose d'une éprouvette cylindrique en fer forgé, de 22 millimètres de diamètre intérieur sur 3 décimètres de hauteur. Cette éprouvette, où se fait la combustion de la poudre, est fermée à l'une de ses extrémités par un bouchon taraudé, traversé par un fil isolé servant à l'inflammation, et se termine à l'autre extrémité par un ajutage vissé dans la douille d'un manomètre. Ce manomètre est à piston différentiel, et la pression exercée sur la petite base du piston y est équilibrée et mesurée par celle qu'exerce sur la grande base une hauteur de mercure réduite dans le rapport des deux bases.

» L'emploi du manomètre différentiel a deux avantages : 1° le déplacement du piston étant absolument insensible, le volume des gaz est, dans tous les cas, égal à la capacité de l'éprouvette, qu'il suffit de mesurer une fois pour toutes; 2° on peut mesurer, par de faibles hauteurs de mercure, des pressions relativement considérables, qui exigeraient autrement l'emploi peu commode d'un manomètre à air comprimé.

» Le manomètre qui a servi à nos expériences a été mis obligeamment à notre disposition par M. A. Clair, son constructeur. Le rapport des bases est $\frac{1}{100}$: il est gradué en millimètres dont on peut apprécier assez exactement à vue le $\frac{1}{10}$.

» 3. Pour faire une détermination, on brûle un poids connu de poudre dans l'éprouvette : le mercure monte brusquement dans le tube manométrique, s'abaisse par le refroidissemen trapide des gaz, et atteint, après quatre ou cinq minutes, un état stationnaire qu'il garde sans modification sensible pendant plusieurs heures. La température des gaz est alors sensiblement

égale à celle de l'enceinte; la hauteur manométrique observée, multipliée par 100, mesure leur pression.

» Voici les éléments d'une détermination : les pressions des gaz produits par 3, 4 et 5 grammes de poudre à canon sont mesurées, à 27 degrés, par 64,0, 86,5 et 106,0 millimètres de mercure. On en déduit pour 1 gramme les hauteurs réduites : 21,3, 21,6, 21,2, soit, en moyenne, 21,4 avec $\frac{1}{100}$ d'écart moyen relatif.

» La capacité de l'éprouvette étant $0^{dc},102$, le volume, à zéro et à $0^{m},760$, des gaz de 1 gramme de poudre est donné par la formule

$$v_0 = 0,102 \frac{214 \times 273}{76 \times (273 + 27)} = 0^{dc},271.$$

» Nous avons fait la même détermination pour les autres poudres, et, en combinant les résultats avec ceux de nos épreuves calorimétriques, nous avons formé le tableau ci-après, qui résume les éléments dont dépend l'évaluation approchée de la force relative des cinq poudres :

1. Espèce de la poudre.	2. Q (Calories).	3. T Degrés centigrades.	4. v_0 Litres.	5. $\frac{v_0 T}{273}$ Atmosphères.	6. EcT Tonneaux-mètres.
Poudre de chasse fine........	807,3	4654	234	3989	373
» à canon.............	752,9	4360	261	4168	349
» à fusil, dite B........	730,8	4231	280	4339	339
» de commerce extérieur.	694,2	4042	281	4160	324
» de mine ordinaire....	570,2	3372	307	3792	270

» 4. La colonne 2 reproduit les résultats de nos épreuves calorimétriques. Elle donne, pour chaque poudre, la quantité de chaleur Q dégagée par les produits de la combustion de 1 kilogramme passant de la température de la combustion à la température de l'épreuve, qui était de 17 degrés environ.

» La colonne 3 fait connaître les températures *absolues* de la combustion, données par la formule $T = 273 + 17 + \frac{Q}{c}$, où c représente la chaleur spécifique moyenne à volume constant des produits de la combustion. A défaut de données plus précises, nous adoptons provisoirement, pour les diverses poudres, la valeur $c = 0,185$, trouvée par MM. Bunsen et Schischkoff pour une poudre semblable à notre poudre de chasse.

» La colonne 4 résume les valeurs numériques du volume v_0 des gaz permanents fournis par 1 kilogramme de poudre, et réduits à zéro sous la pression $0^m,760$.

» La colonne 5 comprend les valeurs particulières de l'expression $\frac{v_0 T}{273}$, qui représente, en atmosphères (1), la pression des *gaz permanents* de 1 kilogramme de poudre, occupant, à la température T de la flamme, un volume égal à 1 litre, en supposant, bien entendu, que les lois de Mariotte et de Gay-Lussac restent applicables.

» Enfin nous donnons, dans la colonne 6, le travail maximum produit par la détente indéfinie des gaz de 1 kilogramme de poudre. Il est égal à EcT (E étant l'équivalent mécanique de la chaleur, que nous prendrons égal à 433), en supposant que tous les produits, permanents ou non, de la combustion ont la même température à chaque instant de la détente (2). C'est à ce travail théorique (estimé jusqu'à présent d'après les chiffres de MM. Bunsen et Schischkoff) que les artilleurs rapportent le travail utile d'une bouche à feu pour en apprécier le rendement.

» 5. Nous avons appliqué nos appareils à des substances explosives autres que les poudres. Le tableau suivant résume les résultats que nous avons obtenus. Ceux qui concernent la dynamite correspondent à l'explosion que nous avons nommée de *second ordre*, produite par l'inflammation simple et non par l'emploi d'une amorce fulminante. L'énergie des effets obtenus dans ce dernier cas exige des appareils spéciaux, qui seront, de notre part, l'objet d'études ultérieures.

---

(1) Soit p la pression des gaz sous l'unité de volume à la température absolue T, v_0 étant leur volume sous la pression normale p_0, et à zéro, c'est-à-dire à la température absolue 273, on a, par les lois de Mariotte et de Gay-Lussac,

$$\frac{p}{p_0} = \frac{v_0}{1} \frac{T}{273}.$$

(2) Si l'on supposait, comme l'ont fait MM. Bunsen et Schischkoff, que le travail est produit par la détente indéfinie des gaz permanents sans tenir compte de la chaleur cédée par les autres produits de la combustion, ce travail aurait pour expression $E \Sigma c' T$, Σ étant le poids des gaz produits par 1 kilogramme et c' leur chaleur spécifique sous volume constant, différente de celle qui a été désignée par c et se rapporte à la totalité des produits de la combustion.

Désignation de la matière explosive.	Calories dégagées par 1 kilogr. de la substance.	Poids des gaz pour 1 kilogr.	Volume réduit des gaz pour 1 kilogr.
Coton-poudre	1056,3	0,853	720lit
Dynamite de Vonges à 75 pour 100	1290,0	0,600	455
Picrate de potasse	787,1	0,740	576
Mélange de 55 picrate de potasse et 45 salpêtre	916,3	0,485	334
» de poids égaux de picrate et chlorate de potasse	1180,2	0,466	329

» L'absence de données suffisamment précises sur les chaleurs spécifiques des produits de la combustion de ces matières ne permet pas de faire, comme pour les poudres, le calcul des températures de combustion et des pressions relatives. De plus, dans l'évaluation des pressions, il y aurait lieu de tenir compte de l'eau produite qui agit, lors de la déflagration, à l'état de vapeur surchauffée, et n'est pas appréciée par nos procédés de mesure relatifs aux seuls gaz permanents. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Ammoni-nitrométrie, ou nouveau système pour doser l'ammoniaque, l'azote des matières organiques, et l'acide nitrique dans les eaux naturelles, les terres, les engrais, etc.* Note de M. **Piuggari**, présentée par M. Boussingault.

« Sous la dénomination d'*ammoni-nitrométrie*, je comprends l'ensemble d'opérations ayant pour but de déterminer, par le système volumétrique, la quantité d'ammoniaque, d'azote organique et de composés nitreux dans tout milieu où s'effectue ou peut s'effectuer la décomposition des matières organiques azotées, en faisant de ce système une application spéciale à l'analyse des eaux, des terres et des engrais.

» Les données les plus importantes à fixer, dans tous les cas, sont la proportion d'ammoniaque libre et combinée, celle de l'azote qui existe dans les matières organiques et celle de l'acide nitrique ou du nitre, qui proviennent de l'oxydation de ces matières.

» J'ai adopté le nom d'*ammoni-nitrométrie*, parce que je me propose, dans mon système, principalement de doser par la voie humide l'ammoniaque, les combinaisons nitriques, et en général l'azote, quel que soit l'état où il se trouve, en les transformant transitoirement en composés nitreux et, en dernier lieu, en ammoniaque.

» Les moyens généraux que j'emploie sont simplement ceux de l'oxydation et de la réduction; mais, comme tous les agents employés jusqu'à présent ne sont ni assez énergiques ni assez purs pour donner des résultats

qui approchent de l'exactitude, dans l'investigation de matières en proportions infinitésimales, j'adopte, comme agent à la fois d'oxydation et de réduction des matières organiques, le mélange de chlorure d'argent, récemment précipité et humide, et d'hydrate potassique très-pur, à la température de 55 à 60 degrés C. pendant deux ou trois heures, substances très-énergiques qu'on peut obtenir complétement exemptes d'ammoniaque, conditions indispensables et que l'on ne pourrait trouver que très-difficilement avec les autres agents oxydo-réducteurs connus.

» Par l'action du chlorure d'argent et de l'hydrate alcalin, tout l'azote des matières organiques se transforme en ammoniaque et en acide nitreux et nitrique, qu'il faut transformer aussi à l'état d'ammoniaque par les moyens de réduction.

» L'agent de réduction que j'emploie dans ce cas, comme dans tous ceux où l'on se propose de réduire et de doser les composés nitreux, c'est l'hydrogène à l'état naissant, qu'on produit avec l'aluminium en limaille, par l'action d'un hydrate alcalin pur, à une température qui ne doit pas dépasser celle de l'ébullition, pendant une demi-heure ou une heure, selon la proportion des matières à réduire, et distillant ensuite l'ammoniaque.

» J'ai pu me convaincre, par ce moyen, de la réduction complète des matières organiques et des composés nitreux, en essayant des types de composition définie, comme la morphine, la codéine, la strychnine, l'albumine, la gélatine et l'acide urique, substances desquelles j'ai obtenu la quantité d'azote donnée par la théorie, avec des différences en plus ou en moins de 1 à 3 pour 100, dues sans doute aux quantités minimes sur lesquelles j'ai opéré ($0^{gr},0005$ à $0^{gr},0002$ par demi-litre d'eau pure).

» Comme on le voit, par l'ammoni-nitrométrie, on peut toujours arriver à la transformation de l'azote à l'état d'ammoniaque. On dose alors celui-ci au moyen de la liqueur de Nessler, si l'on a à agir sur de très-minimes quantités d'ammoniaque, en comparant la réaction avec une liqueur titrée à $\frac{1}{100}$ de milligramme d'ammoniaque par centimètre cube; s'il dépasse cette minime proportion, je le dose alors avec un réactif spécial, que je nomme réactif ammoni-nitrométrique, et qui est fondé sur la réaction simultanée d'une à deux gouttes de phénol et de 5 à 6 centimètres cubes d'hypochlorite de soude (liqueur de Labarraque) ajouté au liquide qu'on essaye. Ce réactif donne, avec les liqueurs ammoniacales distillées, une belle coloration bleu violet, toujours soluble et très-stable, dont l'intensité peut être comparée à une liqueur normale au moyen du calorimètre de Collardeau.

» Comme on doit présumer, il faut employer des réactifs d'une pureté parfaite, et c'est pour cela principalement que je préfère le chlorure aux autres sels d'argent, et l'hydrate de potasse qu'on peut purifier préalablement en le soumettant aux mêmes opérations que celles dans lesquelles il doit intervenir, c'est-à-dire en le traitant par le chlorure d'argent et par la distillation avec l'aluminium.

» Je préfère aussi l'aluminium et l'hydrate alcalin pour produire l'hydrogène naissant, parce qu'à son activité ce mélange joint l'avantage de n'introduire aucun composé nitreux dans la substance à analyser.

» Par cette méthode, j'ai fait et je continue des études très-délicates sur l'eau de pluie, sur les eaux de la Plata, celles des puits et des citernes de la ville de Buenos-Ayres, sur les terres végétales de la République Argentine et les engrais en général.

» Dans toutes les analyses, j'opère sur un demi-litre d'eau naturelle ou d'eau distillée, mélangées avec la matière à analyser, et, dans tous les cas, je dose l'azote à l'état d'*ammoniaque libre*, *combinée*, *nitrique* et organique, l'un après l'autre, avec un seul échantillon. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le chlorhydrate de térébène et l'isomérie des composés de formule* $\text{C}^{10}\text{H}^{16},\text{HCl}$; Note de M. J. RIBAN, présentée par M. Balard.

« Dans une précédente Communication (1) j'ai fait connaître le térébène et ses principales propriétés; je vais décrire aujourd'hui sa combinaison avec l'acide chlorhydrique et relater sommairement les expériences qui permettent d'établir l'isomérie des chlorhydrates de formule $\text{C}^{10}\text{H}^{16},\text{HCl}$.

» *Chlorhydrate de térébène.* — J'ai obtenu ce corps par l'action du courant lent et prolongé d'acide chlorhydrique sec sur le térébène. Le carbure ne tarde pas à se prendre en une masse cristalline de monochlorhydrate; les cristaux sont égouttés et le liquide écoulé, traité de la même façon, fournit une nouvelle quantité de cristaux. Par refroidissement à — 15 degrés et compression au sein même du mélange réfrigérant on retire les dernières portions de matière se trouvant en dissolution. Il reste après ces opérations une faible quantité de liquide qui ne cristallise plus par l'action ultérieure de l'acide chlorhydrique; mais je n'ai pas eu ce dernier produit en quantité suffisante pour en faire une étude convenable. Les cristaux fortement exprimés sont alors blancs, friables et même pulvé-

(1) *Comptes rendus*, t. LXXVI, p. 1547.

risables (ce qui les distingue à première vue du chlorhydrate isomérique de térébenthène, qui est mou et cireux); ils contiennent de 17 à 18 pour 100 de chlore au lieu de 20,57 exigé par la théorie. C'est en étudiant les causes d'une telle divergence, qu'on ne pouvait attribuer à des impuretés, que je suis parvenu à établir une des propriétés les plus singulières du chlorhydrate de térébène, sa dissociation à froid en camphène et acide chlorhydrique et sa décomposition rapide en ces mêmes éléments par l'action de l'eau froide.

» La préparation du chlorhydrate, si on tient à l'avoir pur, est délicate et nécessite des précautions spéciales. Le produit brut est dissous dans l'alcool absolu, à une température qui ne doit pas dépasser 55 à 60 degrés sous peine de transformer la majeure partie du corps en substances liquides ; par refroidissement il se dépose de larges lames transparentes de chlorhydrate, dont la teneur en chlore s'est légèrement abaissée, et qui, débarrassées de l'alcool dans une atmosphère sèche et froide, sont soumises à l'action du gaz chlorhydrique.

» On fond le corps en présence de ce gaz à la température de 130 degrés et on laisse refroidir lentement; mais il se forme, dans l'action de cet acide à haute température, des traces de composés liquides qui souillent la matière. La sublimation à 150 degrés dans un courant de HCl sec fournit des résultats moins favorables, car à cette température élevée le chlorhydrate se dissocie au sein même du courant gazeux, et le camphène résultant se sublime dans les parties froides en se recombinant incomplétement à l'acide chlorhydrique.

» La sublimation dans ce gaz à basse température fournit les résultats les plus satisfaisants et les plus constants; la matière est introduite dans des ballons spacieux dont l'air est déplacé par du gaz chlorhydrique sec ; les vases scellés à la lampe sont enfouis dans du sable et le tout est soumis à la vapeur émanant d'un bain-marie ; la température, dans ces conditions, ne s'élève pas au delà de 60 à 70 degrés. On trouve alors le produit sublimé sous forme de pain dans les parties enfouies et sous forme de cristaux pennés dans les parties froides ; il est rapidement enfermé dans des vases bouchés à l'émeri.

» Le chlorhydrate de térébène pur est complétement inactif sur la lumière polarisée; il se présente en cristaux pennés d'une odeur camphrée et rappelle, à certains égards, les chlorhydrates de térébenthène et de camphène. Il correspond à la formule $C^{10}H^{16}$, HCl.

	Expérience.		Calcul.
Carbone..............	69,65	»	69,58
Hydrogène...........	10,19	»	9,85
Chlore...............	19,98	19,97	20,57

» Ces résultats sont satisfaisants; ils accusent une perte de chlore et un léger excès de carbone; cela doit être, car le chlorhydrate de térébène abandonné à lui-même perd rapidement d'abord de l'acide chlorhydrique, avec mise à nu d'une quantité équivalente de carbure cristallisé $C^{10}H^{16}$ (camphène). La dissociation se continue lentement dans une atmosphère sèche et illimitée; elle devient lente quand le corps ne contient plus que 17 à 18 pour 100 de chlore, état relativement stable où l'action inverse commence sans doute à se faire sentir.

» Le chlorhydrate de térébène fond à 125 degrés et se fige à la même température. Cette détermination ne peut être effectuée qu'en introduisant la matière dans des tubes étroits à mince paroi, pleins de gaz chlorhydrique et scellés à la lampe, de façon à s'opposer à la dissociation du corps par la chaleur. Sans cette précaution, on obtient des points de fusion variables pouvant s'abaisser jusqu'à 90 degrés.

» Le chlorhydrate de térébène est rapidement décomposé par l'eau. Vient-on, en effet, à laver les cristaux de ce corps avec de l'eau froide, on constate que la majeure partie de l'acide chlorhydrique passe peu à peu dans les eaux de lavage, et, sans que rien dans l'aspect de la matière ait pu faire soupçonner un changement, on la trouve transformée en un mélange de carbure cristallisé $C^{10}H^{16}$, que j'appellerai β-camphène, pour réserver la question de son isomérie avec les autres camphènes découverts par M. Berthelot, et de chlorhydrate inaltéré que l'on peut détruire par la solution aqueuse de soude.

» On voit donc que, de même que le chlorhydrate de térébenthène, par l'action du stéarate ou du benzoate de potasse, ne régénère plus le térébenthène primitif, mais bien du camphène actif ou inactif, de même le chlorhydrate de térébène, traité par l'eau froide, ne régénère plus le térébène générateur, mais bien un camphène cristallisé.

» L'eau à 100 degrés produit l'élimination rapide et totale de l'acide chlorhydrique; mais il ne se forme dans cette circonstance qu'un corps liquide dont je poursuis l'étude.

» Le chlorhydrate de térébène se dissout dans l'alcool absolu chaud, et, si l'on ne dépasse pas la température de 55 à 60 degrés, la majeure partie

du produit se dépose sous forme de belles lames transparentes qui atteignent un centimètre de côté; mais le corps ainsi obtenu ne contient plus que 17 à 18 pour 100 de chlore, et l'analyse montre que l'on a maintenant un mélange de chlorhydrate inaltéré et de camphène. Le produit s'est dissocié en partie au sein de l'alcool, que l'on trouve fortement chargé d'acide chlorhydrique libre. Traité à l'ébullition par l'alcool à 75 ou 80 degrés centésimaux, le chlorhydrate de térébène est rapidement décomposé; après élimination totale de l'acide chlorhydrique par une ébullition soutenue, on obtient un liquide volatil qui me paraît avoir une formule analogue à celle du terpinol, et serait l'éther d'un hydrate de camphène ou de térébène. Par l'action du gaz chlorhydrique, ce liquide ne régénère plus de chlorhydrate cristallisé.

» *Isomérie des chlorhydrates de formule* $\text{Ɵ}^{10}H^{16}, HCl$. Parmi les corps nombreux de cette formule, on connaît notamment le chlorhydrate de térébenthène, obtenu par l'action de l'acide chlorhydrique sur l'essence de térébenthine, les chlorhydrates de camphène actif et inactif, ainsi que l'éther chlorhydrique du bornéol naturel et artificiel, signalés par M. Berthelot, enfin le chlorhydrate de térébène que l'on vient de faire connaître. Certes l'isomérie n'est pas douteuse pour ce dernier. J'ai pensé que l'action de l'eau sur les chlorhydrates conduirait à élucider la question de l'isomérie délicate de tous ces composés. Mes expériences à ce sujet permettent d'établir :

» 1° Que le chlorhydrate de térébenthène est indécomposable par l'eau froide et qu'il ne fournit que des traces d'acide chlorhydrique à 100 degrés; 2° que les chlorhydrates de camphène sont lentement décomposables par l'eau froide et par ce même liquide à 100 degrés, avec régénération du camphène primitif cristallisé, ce qui démontre d'une façon péremptoire que ce carbure ne saurait être considéré comme la base du chlorhydrate de térébenthène; 3° que les éthers chlorhydriques des deux bornéols éprouvent dans les mêmes conditions une décomposition analogue, mais avec moins d'intensité; 4° que le chlorhydrate de térébène se dissocie déjà à la température ordinaire, se décompose le plus rapidement de tous par l'action de l'eau froide et ne fournit sous la même influence à 100 degrés que des composés liquides, contrairement à ce que l'on observe avec les combinaisons chlorhydriques des camphènes et des bornéols (1).

(1) La décomposition des corps de formule $\text{Ɵ}^{10}H^{16}, HCl$ par l'eau à 100 degrés paraît tout à fait générale : j'ai constaté, en effet, que le chlorhydrate de térébenthène liquide et la

» Enfin, en traitant à 100 degrés tous ces chlorhydrates par vingt-cinq fois leur poids d'eau, et toutes les autres conditions d'expérience étant égales d'ailleurs, j'ai pu construire des courbes qui expriment leur décomposition en fonction du temps ; elles montrent également l'isomérie de ces corps. J'aurai occasion de revenir dans une Communication spéciale sur ce point particulier du travail que je viens d'effectuer.

» Ces expériences ont été faites au Collége de France, dans le laboratoire de M. Balard. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur les variations de l'hémoglobine dans la série zoologique*. Note de M. **Quinquaud**.

« Grâce au procédé de dosage de l'hémoglobine (*Comptes rendus*, t. LXXVI, p. 1489), qui consiste à déterminer, à l'aide d'une liqueur titrée d'hydrosulfite, la quantité maximum d'oxygène absorbée par le sang, dosage qui peut s'effectuer en cinq minutes avec 2 centimètres cubes de sang, nous avons pu dresser un tableau des variations du poids d'hémoglobine chez divers animaux et dans différentes conditions physiologiques.

» Voici quelques faits intéressants qui résultent de nos recherches :

1° La diminution progressive de la quantité d'hémoglobine contenue dans le même volume de sang suit en général les degrés de l'échelle animale; toutefois le sang des Primates n'est pas celui qui en contient le plus.

» 2° Le sang des animaux jeunes est moins riche en hémoglobine que celui des adultes; dans beaucoup d'espèces, le sang placentaire renferme au moins autant d'hémoglobine que le sang de la circulation générale. Dans la vieillesse, le chiffre de l'hémoglobine diminue. Ainsi la courbe des variations de l'hémoglobine serait représentée par une première période légèrement décroissante, qui correspondrait aux premiers jours de la vie extra-utérine, puis la courbe se relevant deviendrait ascendante chez l'enfant, et resterait horizontale pendant l'âge adulte (de 25 à 50 ans chez l'homme), pour décroître lentement chez le vieillard.

» 3° Le chiffre de l'hémoglobine, chez les Oiseaux, est de beaucoup inférieur à celui des Mammifères, pour un même volume de sang; néanmoins, le poids des globules est un peu plus fort chez les Oiseaux que chez les

---

combinaison chlorhydrique de l'iso-térébenthène sont décomposés dans ces conditions. Le chlorhydrate de térébenthène solide résiste seul à cette action, comme on l'a dit plus haut, mais il perd la totalité de son acide chlorhydrique sous l'influence de l'eau à 200 degrés, en se transformant en térébène, ainsi qu'il résulte de l'examen du carbure obtenu et de sa combinaison chlorhydrique cristallisée.

Mammifères; mais les globules de ceux-ci contiennent trois fois moins de substance albumineuse.

» 4° Dans la série animale, l'influence du sexe est également à noter : en général, les femelles ont moins d'hémoglobine que les mâles.

» 5° La lymphe des Crustacés renferme de 4 à 5 centimètres cubes d'oxygène pour 100, tandis que l'eau ordinaire contient, à son maximum de saturation, en plein hiver, 1 centimètre cube pour 100, et en été $\frac{6}{10}$ de centimètre cube seulement.

NOMS DES ANIMAUX dans le sang desquels j'ai dosé l'hémoglobine.	1re OBSERVATION.		2e OBSERVATION.		3e OBSERVATION.		4e OBSERVATION.	
	Hémoglobine pour 1000cc de sang.	Oxygène pour 100cc de sang.	Hémoglobine pour 1000cc de sang.	Oxygène pour 100cc de sang.	Hémoglobine pour 1000cc de sang.	Oxygène pour 100cc de sang.	Hémoglobine pour 1000cc de sang.	Oxygène pour 100cc de sang.
Cochon de 6 ans	gr 141,9	cc 30	gr 134,8	cc 28,5	gr 137,0	cc 29	gr 132	cc 28
Cochon de 7 mois	118	25	120	25,5	113,5	24	108	23
Ane adulte	137	29	132	28	137	29	»	»
Homme	127,7	27	123	26	118	25	123	26
Femme	108,8	23	104	22	113,5	24	104	22
Sang du cordon ombilical.... extré fœtale	94,6	20	99	21	94,6	20	»	»
Sang du cordon ombilical.... extré placentaire	104	22	108,8	23	113,5	24	108,8	23
Vieillard	94,6	20	99	21	89,8	19	104	22
Taureau	118	25	123	26	113,5	24	108,8	23
Bœuf	113,5	24	108,8	23	104	22	»	»
Vache	99	21	94,6	20	104	22	94,6	20
	4 mois.		10 mois.		6 mois.		6 mois.	
Veau	66,2	14	94,6	20	70,9	15	75	16
Cheval	104	22	108,8	23	106,4	22,5	»	»
Rat de 3 mois	89,8	19	85	18	92,2	19,5	»	»
Bélier	80,3	17	89,8	19	85	18	»	»
Mouton	75	16	80,3	17	75	16	»	»
Brebis	70,9	15	75	16	66,2	14	85	18
	4 mois.		5 mois.		6 mois.			
Cochon d'Inde	70,9	15	75	16	80,3	17	75	16
Moineau	75	16	73,3	15,5	75	16	70,9	15
Pigeon	80,3	17	75	16	70,9	15	70,9	15
Moineau jeune	61,5	13	66,2	14	61,5	13	»	»
Sang de Tanche	33	7	37,8	8	28,3	6	66,2	14
Grenouille	23,5	5	28,3	6	33	7	23,6	5
Lymphe de Crustacés	»	3	»	4	»	3	»	4

» Le tableau ci-contre indique les variations d'hémoglobine dans le sang de divers animaux.

» Ce travail a été fait à la Sorbonne, dans le laboratoire de M. Schützenberger. »

PHYSIOLOGIE. — *Des variations de l'urée sous l'influence de la caféine, du café et du thé.* Note de M. **Rabuteau**, présentée par M. Cl. Bernard.

« Dans la séance du 4 août dernier, M. Roux a présenté à l'Académie les résultats d'expériences tendant à démontrer que le café et le thé augmentent l'urée. Ces résultats, comme le fait remarquer M. Roux, étant en opposition avec les miens et ceux d'autres expérimentateurs, je demande la permission d'exposer brièvement les expériences qui prouvent, au contraire, que les principaux représentants du groupe des caféiques, c'est-à-dire le café et le thé, diminuent l'urée.

» Böcker est le premier qui ait constaté la diminution de l'urée et des phosphates sous l'influence du café (1). Dans le but de contrôler le premier de ces résultats, mon ami Eustratiadès (de Smyrne) et moi, nous avons fait sur nous-mêmes, avec la caféine, le café torréfié, le café vert et le thé, les recherches suivantes, où j'ai effectué moi-même tous les dosages de l'urée, dans le laboratoire de M. Ch. Robin, à l'École pratique de la Faculté de Médecine.

» L'expérience faite par M. Eustradiadès avec la caféine a duré cinq semaines, pendant lesquelles il a suivi un régime moyennement azoté et aussi identique que possible, avec cette différence que, pendant les semaines d'ordre pair, c'est-à-dire la deuxième et la quatrième, il a pris chaque jour la caféine à la dose de 15 centigrammes d'abord, puis, plus tard, à la dose de 30 centigrammes en deux fois. La caféine, dissoute dans un demi-verre d'eau ordinaire, était ingérée le matin, une heure avant le déjeuner, quand il n'en prenait que 15 centigrammes, et les autres jours à la même heure, et, de plus, à 10 heures du soir, lorsqu'il en répétait la dose.

» Les moyennes de l'urine et de l'urée éliminées, chaque jour, pendant chaque semaine, ont été les suivantes :

---

(1) *Archives générales de Médecine*, 1848.

Première semaine. — Sans caféine.

	Urines des 24 heures.	Urée des 24 heures.
Du 12 au 13 février 1870	917^{gr}	$22^{gr},06$
Deuxième semaine. — Sous l'influence de 15 centigrammes de caféine.		
Du 19 au 26 février	881^{gr}	$19^{gr},81$
Troisième semaine. — Sans caféine.		
Du 26 février au 5 mars	921^{gr}	$21^{gr},34$
Quatrième semaine. — Sous l'influence de 30 centigrammes de caféine.		
Du 5 au 12 mars	926^{gr}	$17^{gr},26$
Cinquième semaine — Sans caféine.		
Du 12 au 19 mars	930^{gr}	$24^{gr},02$

» Ainsi 15 centigrammes de caféine ont diminué l'urée de 11 pour 100, et 30 centigrammes de caféine l'ont diminuée de 28,2 pour 100. J'ajouterai que la diminution s'est manifestée dès le premier jour de l'absorption de la caféine; que, les jours suivants, elle a été plus forte que le premier jour, mais qu'elle est restée égale à elle-même; d'où résulte ce fait important, que les effets de la caféine ne s'accumulent pas dans l'économie comme ceux d'autres médicaments, de la digitaline par exemple; enfin on a constaté un ralentissement de la circulation.

» Le café en infusion a donné des résultats du même ordre :

Première semaine. — Sous l'influence de 60 grammes de café torréfié pris en infusion.

	Urines des 24 heures.	Urée des 24 heures.
Du 28 mars au 4 avril 1870 (moyennes)	903^{gr}	$20^{gr},68$
Deuxième semaine. — Sans café.		
Du 4 au 11 avril	910^{gr}	$24^{gr},38$

» La diminution de l'urée a été de 15,18 pour 100; en outre, la circulation a été ralentie. Toutefois, il y a une accélération initiale et passagère qui a pu induire en erreur certains observateurs, attendu que toute infusion chaude, l'eau sucrée elle-même, lorsqu'elle est chaude, active au début la circulation.

» L'expérience que j'ai faite sur moi-même a été divisée en cinq périodes, de cinq jours chacune, pendant lesquelles j'ai suivi un régime identique, avec cette différence que, pendant la deuxième période, j'ai pris le matin, à midi et le soir, chaque fois une infusion de 5 grammes de thé hysan, et, pendant la quatrième période, j'ai pris de même une infusion de

5 grammes de café vert. Le tableau suivant contient seulement les moyennes des résultats auxquels je suis arrivé :

	Urines des 24 heures.	Urée des 24 heures.	Pouls.
Première période. — Régime ordinaire.			
Du 4 au 9 avril 1870.....	1126gr	24gr,98	74
Deuxième période. — 15 grammes de thé par jour.			
Du 9 au 14 avril.........	1145gr	23gr,64	64
Troisième période. — Régime ordinaire.			
Du 14 au 19 avril........	1046gr	25gr,00	68
Quatrième période. — 15 grammes de café vert.			
Du 19 au 24 avril........	1259gr	21gr,80	62
Cinquième période. — Régime ordinaire.			
Du 24 au 29 avril........	1242gr	26gr,18	69

» En prenant la moyenne des nombres 24gr,98, 25gr,00 et 26gr,18, on trouve le nombre 25gr,38, qui indique la moyenne de l'urée éliminée pendant le régime ordinaire. Or, en comparant ce dernier nombre et les chiffres 23gr,64 et 21gr,80 trouvés pendant la troisième et la quatrième période de l'expérience, on trouve que le thé, pris en infusion à la dose de 15 grammes par jour, n'a diminué l'urée que de 6,85 pour 100, tandis que le café vert, pris à la même dose, a diminué ce principe de 14,11 pour 100. Les effets observés se sont manifestés dès le jour où j'ai pris ces deux substances et ont disparu dès le moment où j'ai cessé d'en faire usage.

» Tels sont les résultats des expériences faites par M. Eustratiadès et par moi, dans lesquelles nous avons eu soin d'éviter toute cause d'erreur. M. Roux a trouvé, au contraire, une augmentation de l'urée; mais il est bon de noter que cette augmentation n'a été que passagère, ce qui me donne lieu de croire que M. Roux arrivera sans doute aux mêmes résultats que nous dans les expériences qu'il se propose de continuer, et que je me propose moi-même de reprendre en dosant non-seulement l'urée, mais l'acide carbonique. Il y a une inconnue ou plutôt un facteur que ces recherches, entreprises de part et d'autre, feront trouver pour expliquer la différence des résultats. Enfin je ferai remarquer, au sujet de l'élimination de l'urée, qu'en 1868 et 1869 j'avais fait des expériences démontrant qu'il n'y avait aucune relation entre la quantité totale d'urine rendue et la quantité d'urée éliminée en un jour, et que, de plus, l'élimination des sulfates était, à l'état normal, indépendante, comme celle de l'urée, de la masse des urines. (*Comptes rendus de la Société de Biologie,* 1869.) »

ZOOLOGIE. — *Sur la position zoologique et le rôle des Acariens parasites nommés* Hypopus. Deuxième Note de M. **Mégnin**, présentée par M. Ch. Robin.

« Dans ma récente Note (p. 129) *Sur la position zoologique et le rôle des Acariens parasites connus sous le nom d'*Hypopus, *d'*Homopus *et de* Trichodactylus, j'annonçais : 1° que, sous mes yeux, une nymphe octopode du *Tyroglyphus rostro-serratus* s'était transformée en un Hypope dans lequel on reconnaissait facilement l'*H. feroniarum* de L. Dufour; 2° que j'avais vu le même Hypope reprendre, dans d'autres conditions, la forme de Tyroglyphe à scie. Me basant sur ces faits, j'en concluais que les Hypopes et leurs analogues, les Homopes et les Trichodactyles, n'étaient autres que des états transitoires, non sexués, des Tyroglyphes et peut-être d'autres Acariens. Je viens annoncer aujourd'hui de nouvelles observations qui confirment pleinement les précédentes.

» Un grand Tyroglyphe inédit, qui vit aussi sur les champignons, mais qui se nourrit surtout du pied, tandis que le précédent affectionne particulièrement le chapeau et les lames, m'a aussi montré sa nymphe impubère se transformant en Hypope. Cet Hypope, beaucoup plus grand que le précédent, paraît bien être l'*Acarus spinitarsus* d'Hermann : il en a la taille ($0^{mm},33$ sur $0^{mm},12$) et la forme ovale orbiculaire. Ses pattes sont robustes, munies de crochets sans ventouses et garnies de soies nombreuses et roides, surtout postérieurement; il est cuirassé comme tous les Hypopes, de couleur rosée avec une paire de vésicules remplies de liquide vert brillant, et porte sous l'abdomen un appareil d'adhérence composé de cinq paires de ventouses.

» En le plaçant dans des conditions convenables, nous avons vu aussi cet Hypope reprendre sa forme primitive de Tyroglyphe.

» Ces observations résolvent complétement le problème de la dissémination des Acariens détriticoles.

» En effet, tous ceux qui étudient les animalcules qui vivent dans les matières en décomposition ont dû souvent se poser ces questions : comment y arrivent ces légions d'Acariens qui y pullulent et s'y montrent par myriades en si peu de temps? que deviennent-ils lorsque leur œuvre de destruction est terminée et que la matière sur laquelle ils grouillent, réduite à l'état d'une poudre sèche, ne leur offre plus aucun aliment? Ces petits êtres n'ont pas le secours des ailes pour fuir les lieux désolés par la famine, et ils n'ont pas l'agilité des fourmis, qui permet à celles-ci les migrations

et les longs voyages ; ils ont des téguments mous qui ne les protégent que très-peu contre les influences extérieures et la voracité de leurs nombreux ennemis ; car un coup de soleil les tue, et les Cloportes en font un grand carnage ; leurs œufs, relativement volumineux, ne se rencontrent pas dans les poussières de l'air, en compagnie des germes de moisissures et d'infusoires, puis ils ne jouissent pas, comme les Anguillules, les Rotifères et les Tardigrades, de la faculté de revivre après la dessiccation.

» Nous comprenons qu'ils aient servi de principal argument en faveur de la théorie de la génération spontanée.

» Eh bien, voici ce qui se passe dans une colonie de Tyroglyphes lorsque la privation d'aliments semble la vouer à une destruction certaine :

» Tous les individus adultes et âgés, aussi bien que les jeunes larves hexapodes, meurent et jonchent le sol de leurs cadavres ; mais les adolescents, les nymphes octopodes, sont préservés : elles changent de forme, revêtent une cuirasse, véritable habit de voyage qui les rend méconnaissables, mais qui, en même temps, les protége contre les influences extérieures ; de plus, elles se munissent d'un appareil d'adhérence au moyen duquel elles s'attachent solidement à tous les êtres qui passent à leur portée : mouches, araignées, myriapodes, insectes de toute espèce, et même quadrupèdes, lesquels, véritables *omnibus*, les transportent où elles ne peuvent aller elles-mêmes. Si le lieu où s'arrête le véhicule est convenable, si c'est sur un nouveau champignon ou un amas de détritus en décomposition, alors le petit Acarien quitte l'animal qui le porte, ainsi que sa forme hypopiale, et redevient le Tyroglyphe qu'il était auparavant. Sous l'influence d'une alimentation abondante, il grandit vite, devient adulte sexué, s'accouple, et en moins de quarante-huit heures la colonie est reconstituée.

» Voilà le rôle de l'*Hypopus*.

» La conclusion à tirer de mes observations, c'est qu'il faut rayer des nomenclatures zoologiques les genres *Hypopus*, *Homopus*, *Trichodactylus*, et les nombreuses espèces qu'on a créées comme subdivisions de ces genres.

» Le mot *Hypope* peut être conservé, mais alors comme nom commun servant à désigner la curieuse *nymphe cuirassée*, *hétéromorphe* et *adventive* des Tyroglyphes, chargée de la conservation et de la dissémination de l'espèce à laquelle elle appartient. »

PALÉONTOLOGIE. — *Gisement de végétaux silicifiés dans le bassin houiller de la Loire*. Note de M. GRAND'EURY, présentée par M. Daubrée.

« Il y a, près de Grand'Croix, entre le Nouveau-Ban et le Plat-du-Gier, et principalement sur les hauteurs de la Péronnière, un gisement de toutes sortes de débris herbacés de plantes houillères, conservés dans des galets de quartz, que l'on voit très-bien appartenir à quelques bancs de gros poudingues faisant partie du conglomérat, qui sépare l'étage de Rive-de-Gier du système stéphanois.

» Ces galets, arrachés à quelque formation inconnue d'origine aqueuse, sont du quartz compact, noirâtre, plus opaque que celui d'Autun, et par cela même, ce semble, plus propre à une meilleure conservation des plantes, dont on trouve les parties les plus délicates avec leurs plus minces détails de structure.

» Ainsi quelques *Cardocarpus* et *Rhabdocarpus*, dont le seste est entier, ont conservé, en outre, la structure de quelques parties de l'amande, et jusqu'au contour de la formation embryonnaire, à ce point que l'on peut espérer découvrir des graines avec l'organisation essentielle de l'intérieur. Avec la feuille de Cordaïtes, on trouve les gemmes mâles de leurs inflorescences en épis composés, avec des anthères discernables. Il y a des *Peropteris* fructifères, où l'on reconnaît presque également, aussi bien aux formes voisines d'*Asterotheca* et de *Scolecopteris* qui leur sont propres, le contenu en spores que la structure des sporanges, de telle manière qu'avec les mêmes fossiles d'Autun nous avons pu, avec M. Brongniart, établir que les véritables *Peropteris* du terrain houiller supérieur rentrent dans la tribu agrandie des Marattiacées; j'avais reconnu que les *Peropteris* sont des fougères arborescentes, dont les tiges sont les *Caulopteris*, et les bases les *Psaronius*, dont la structure n'avait été trouvée comparable qu'à celles des mêmes plantes vivantes; ces divers débris abondent autour de Saint-Étienne.

» La macération a moins dissocié les parties qu'à Autun. Une tige avec une structure génériquement identique à celles des prétendues tiges de *Sphenophyllum*, trouvées aux environs d'Autun, a des feuilles qui ne laissent plus de doute sur cette dépendance d'organes. De nombreux *Medullosa*, dans lesquels on peut voir la preuve de l'existence des Monocotylédones à l'époque houillère, présentent des ramifications de pétioles de fougères, une surface cellulaire unie et, d'une manière assez analogue aux *Angiopteris*, une disposition des faisceaux symétriques par rapport à

un plan qui ne laisse plus de doute sur la nature pétiolaire de ces fossiles; j'avais rapporté aux énormes pétioles des Névroptéridées, du fusain et des débris sidérifiés de structure analogue. »

GÉOLOGIE. — *Sur l'ancienne existence, durant la période quaternaire, d'un grand glacier dans les montagnes de l'Aubrac (Lozère).* Note de **M. G. Fabre**, présentée par M. Daubrée.

« Les traces d'anciens glaciers ont déjà été signalées sur le plateau central de la France, dans le mont Dore (1), le Cantal (2) et le mont Lozère (3). Ces trois massifs ont chacun des altitudes supérieures à 1700 mètres; il était intéressant de savoir si des montagnes dont l'altitude ne dépasse guère 1400 mètres avaient pu, à l'époque quaternaire, donner naissance à des glaciers.

» Le but de la présente Note est d'apporter une réponse affirmative à cette question importante, en faisant connaître l'existence ancienne d'un grand glacier sur le versant septentrional du massif montagneux de l'Aubrac, dans le département de la Lozère.

» Les montagnes d'Aubrac constituent un vaste plateau granitique très-peu ondulé, à l'altitude moyenne de 1200 mètres; les eaux s'écoulent toutes sur le versant nord par la rivière du Bès, affluent de la Truyère. La partie supérieure du bassin du Bès s'élargit pour former un large cirque de 11 kilomètres de diamètre et d'une superficie totale de 84 kilomètres carrés; les crêtes de ce bassin de réception ont de 1250 à 1471 mètres d'altitude et sont formées par des gneiss et schistes micacés recouverts de puissantes coulées de basalte; le fond du bassin est au contraire granitique; son point d'écoulement, au pont de Marchastel, est à la cote 1151.

» Telle est la configuration du grand bassin de réception qui a dû alimenter à l'époque quaternaire un glacier de premier ordre. Les *moraines profondes* de ce glacier couvrent d'un manteau continu de boue argileuse et de blocs de basalte striés et polis tous les bas plateaux granitiques des communes de Marchastel, Nasbinals et Recoules d'Aubrac, bien au delà des limites du bassin dont nous venons de parler. Entre Nasbinals et le pont de Recoules, le chemin vicinal recoupe un manteau morainique très-puis-

(1) Delanoue, *Bull. Soc. geol. de France*, t. XXV, p. 402; 1868.
(2) A. Julien, *Phénomènes glaciaires dans le plateau central;* 1869.
(3) Ch. Martins, *Comptes rendus,* t. LXVII, séance du 9 novembre 1868.

sant, qui masque entièrement le granite sous-jacent, et qui fait partie de la *moraine latérale gauche* du glacier du Bès. L'épaisseur du glacier dans ces environs peut être évaluée à près de 100 mètres; les blocs erratiques ne semblent pas dépasser, sur le territoire de la commune de Recoules, la cote 1160; depuis le bas de la vallée (1065 mètres) jusqu'à la cote 1150, le granite est partout moutonné sur la face qui regarde l'amont de la vallée, et qui est, par suite, le côté choqué par le glacier disparu.

» Cette disposition, bien visible aux environs du pont de Recoules, devient véritablement frappante à la sortie du hameau de Congoussac, à la cote 1149. On voit en ce point deux blocs erratiques de basalte, de $2^{m},50$ de diamètre chacun, perchés au sommet d'un mamelon de granite, dont la roche nue se trouve parfaitement dressée et moutonnée sur une surface de plusieurs ares. Ces blocs, accompagnés d'une foule de menus cailloux basaltiques plus ou moins anguleux et souvent striés, font partie d'une longue traînée d'erratiques volumineux jetés en écharpe sur le flanc des coteaux granitiques, depuis Gramon jusqu'à Escudières; c'est une portion de la *moraine latérale droite* du grand glacier disparu. L'absence de toute crête dominante ne permet pas d'ailleurs d'expliquer le transport de ces masses anguleuses de basalte autrement que par un glacier puissant qui les aurait arrachées aux flancs de la montagne du Peyrou, aux sources mêmes du Bès, et les aurait déposées ainsi à plus de 26 kilomètres de leur point de départ.

» Cette moraine latérale droite est recoupée par les tranchées de la route départementale pendant 4 kilomètres, entre le pont de Marchastel et le col d'Usanges : des blocs anguleux de basalte et de gneiss, mêlés à des cailloux striés, sont empâtés dans une boue endurcie grise et constituent des dépôts de 5 à 6 mètres d'épaisseur, plaqués contre le granite.

» A l'époque de sa plus grande extension, le glacier du Bès, débordant par le col d'Usanges, a dû envoyer un petit rameau secondaire dans le vallon de Sinières; la moraine latérale de ce démembrement du grand glacier est mise à nu sur 1200 mètres de longueur, par la rectification de la route départementale, et la moraine frontale forme, au lieu dit les Moulins de Sinières, un barrage de 20 mètres de hauteur en travers de la vallée du ruisseau de Crucize.

» A une époque de moindre extension, ce glacier du Bès a dû être réduit aux limites mêmes de son bassin supérieur, c'est-à-dire au grand cirque que nous avons décrit plus haut. On a des témoins de cette dernière phase de son existence dans les *moraines frontales* qu'il a déposées de part et d'autre du pont de Marchastel et dont l'une est mise à nu sur 50 mètres

de longueur par la tranchée de la route entre le pont et le hameau de Montgros; en ce point, tous les blocs de basalte sont striés et polis, et il est facile de les extraire de la boue argileuse endurcie grise qui les empâte.

» Nous voyons donc en résumé que l'ancien glacier du Bès, après avoir débouché au loin dans la vallée jusqu'à plus de 28 kilomètres de son point d'origine, et après avoir débordé même un peu en dehors de son bassin hydrographique, a dû subir un arrêt momentané dans sa fusion, et a été ainsi réduit au rôle d'un simple glacier de second ordre, limité au grand cirque qui lui avait donné naissance.

» Les divers faits que nous venons de faire connaître sont une nouvelle preuve de l'extension ancienne des glaciers dans la France centrale et de l'intermittence dans leur disparition.

» A ce titre, ils démontrent la généralité du grand phénomène qui a ouvert la série des temps quaternaires. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Note sur la pluie d'étoiles filantes du 27 novembre 1872*; par M. **Ch. Dufour.**

« Dans les nombreuses Communications qui ont été faites relativement à la pluie d'étoiles filantes du 27 novembre 1872, il est une observation qui, je crois, n'a pas été présentée et qu'il est peut-être bon de signaler.

» Pendant cette soirée, nous avons eu à Morges (Suisse) un ciel tantôt clair, tantôt nuageux, tantôt couvert.

» Entre autres, de $8^h 30^m$ à 9 heures, le ciel a été entièrement couvert par des nuages assez élevés, puisque, malgré la nuit, on distinguait au-dessous d'eux la chaîne des Alpes et même la cime du mont Blanc, située à 4810 mètres au-dessus de la mer. Or, pendant tout ce temps et en y prêtant spécialement attention, *je n'ai pas vu une seule étoile filante*, par conséquent il n'y en a pas une qui ait pénétré dans l'atmosphère jusqu'à une altitude de 4800 mètres.

» Ce jour-là, d'après la hauteur du baromètre en Suisse et d'après la température de l'air, le baromètre sur la cime du mont Blanc aurait été à peu près à 420 millimètres, c'est-à-dire qu'il y avait au-dessus de ce point les 0,55 de l'atmosphère; par conséquent les nombreux météores qui y pénétraient en ce moment étaient tous éteints avant d'avoir traversé les 0,55 de son épaisseur.

» Je dirai de plus que, malgré l'attention que j'ai portée à cela depuis un

grand nombre d'années, je n'ai jamais vu une étoile filante au-dessous des nuages.

» Le 27 novembre 1872, vers les 9 heures du soir, quand le ciel est redevenu serein, les étoiles filantes ont apparu en aussi grand nombre que précédemment : on a même commencé à en apercevoir dès qu'il y a eu quelques éclaircies entre les nuages. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur les étoiles filantes des 9 et 10 août.* Note de M. F. **Tisserand**, présentée par M. Bertrand.

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie le résultat des observations de l'essaim des Perséides, faites à l'Observatoire de Toulouse par M. Perrotin, aide-astronome, et par moi. Pendant la nuit du 9 au 10 août, le ciel étant resté constamment couvert, les observations ont été impossibles; elles ont été un peu contrariées par la Lune pendant la nuit du 10 au 11; néanmoins, de 8^h30^m à 15^h30^m, nous avons pu observer 219 étoiles filantes, réparties dans cet intervalle comme il suit :

	h m		h m	Étoiles.		h m		h m	Étoiles.
De	8.30	à	8.45.....	7	De	12.00	à	12.15.....	10
	8.45		9.00.....	7		12.15		12.30.....	9
	9.00		9.15.....	3		12.30		12.45.....	11
	9.15		9.30....	8		12.45		13.00.....	11
	9.30		9.45.....	3		13.00		13.15.....	5
	9.45		10.00.....	4		13.15		13.30.....	10
	10.00		10.15.....	14		13.30		13.45.....	10
	10.15		10.30.....	4		13.45		14.00.....	5
	10.30		10.45.....	9		14.00		14.15....	8
	10.45		11.00.....	6		14.15		14.30.....	10
	11.00		11.15.....	6		14.30		14.45.....	7
	11.15		11.30.....	4		14.45		15.00.....	10
	11.30		11.45.....	5		15.00		15.15.....	9
	11.45		12.00.....	5		15.15		15.30.....	5
						15.30		15.45.....	9

» Parmi ces étoiles, 130 ont été rapportées sur deux cartes distinctes, 70 sur l'une et 60 sur l'autre; le point radiant, voisin de η et γ Persée, s'est trouvé très-nettement indiqué sur les deux cartes; la première a donné, pour les coordonnées de ce point,

$$Æ = 44^\circ, \quad D = 55^\circ;$$

la seconde,

$$Æ = 44^\circ, \quad D = 57^\circ;$$

d'où, pour la moyenne,

$$\text{Æ} = 44^\circ, \quad D = 56^\circ.$$

» Pendant la nuit du 11 au 12 août, de 9 à 13 heures, nous n'avons pu observer que 70 étoiles filantes, dont les trois quarts environ rayonnaient du point déterminé précédemment. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Étoiles filantes observées à Paris les* 9, 10 *et* 11 *août* 1873; *remarques sur les caractères actuels du phénomène.* Note de M. **Chapelas**.

« J'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie le résultat de nos observations d'étoiles filantes pendant les nuits des 8, 9, 10 et 11 août de cette année; mais, avant de faire connaître les chiffres obtenus, il est un fait important que je crois utile de signaler.

» Chacun a pu constater ce que l'automne et l'hiver de 1872, ainsi que le printemps de 1873, avaient présenté de tout à fait anormal, sous le rapport de la température comme sous le rapport de la pression atmosphérique et de la quantité d'eau tombée, caractères particuliers sur lesquels je reviendrai prochainement. Or, pendant ces diverses périodes, nous avons pu constater que le phénomène général des étoiles filantes avait également subi une modification, en ce sens que son intensité moyenne, comparée à celle des années antérieures, avait très-sensiblement diminué. Il est bien entendu que, dans cette appréciation, nous avons eu soin de tenir compte de l'état du ciel, des heures d'observations et de la durée des observations.

» Cet amoindrissement s'est fait sentir jusqu'à ce jour; en effet, la montée du phénomène d'août, qui, chaque année, se manifeste déjà vers les premiers jours de juillet, s'est produite comme toujours, mais dans des conditions telles, qu'il était facile de prévoir que, sur notre horizon, le passage des météores des 9 et 10 août, généralement très-brillant, se présenterait cette année sous des apparences plus qu'ordinaires. C'est ce qui a eu lieu, comme on va pouvoir en juger par les résultats suivants :

» *Nuit du* 8. — Ciel couvert pendant toute la nuit; orage violent vers 2 heures du matin.

» *Nuit du* 9. — Ciel serein. L'observation, rendue très-difficile par la présence de la Lune dans son plein, nous donne cependant encore 91 météores, qui, en tenant compte de la durée de l'observation, fournissent pour nombre horaire moyen ramené à minuit 21 étoiles $\frac{7}{10}$.

» *Nuit du* 10. — Temps couvert, pluie la nuit. Une courbe, tracée à l'aide des données numériques obtenues les 9, 11 et 12 août, produit pour nombre horaire moyen hypothétique 29 étoiles filantes.

» Enfin, pendant les nuits des 11 et 12, nous avons obtenu successivement pour nombres horaires moyens, ramenés à minuit, les chiffres 19,7 et 11,1; puis, les jours suivants, le phénomène est retombé à des moyennes très-faibles et par conséquent sans importance.

» Si nous prenons maintenant la moyenne 23 étoiles $\frac{5}{10}$ de ces trois nuits (9, 10, 11), nous trouvons sur l'année dernière une diminution de 10 étoiles, affaiblissement très-considérable, qui montre avec quelle rapidité le phénomène décroît depuis 1848, époque réelle du maximum.

» Enfin nous n'avons pas à enregistrer de particularités bien remarquables. Les météores étaient généralement peu brillants. Quant à leurs directions, beaucoup suivaient la route du sud-ouest au nord-est, contrairement à ce qui a lieu d'habitude. De plus, le phénomène étant très-diffus, il nous a paru difficile cette fois de déterminer d'une manière précise un point de divergence particulier. »

« M. **Bertrand** présente, au nom de MM. Briot et Bouquet, le premier fascicule d'une édition nouvelle de leur ouvrage intitulé : *Théorie des fonctions doublement périodiques*.

» L'accueil fait par les géomètres à la première édition, depuis longtemps épuisée, et l'influence exercée par les méthodes nouvelles exposées dans ce grand ouvrage imposaient aux auteurs le devoir de l'étendre et de le compléter par l'étude plus ardue des transcendantes abéliennes. La seconde édition est intitulée : *Théorie des fonctions elliptiques*, et les savants auteurs, en changeant le titre, ont eu l'intention sans doute d'annoncer un ouvrage réellement nouveau. L'attente des géomètres ne sera pas trompée, et si le premier fascicule contient la reproduction presque textuelle de la première édition, dont la correction ferme et précise pourrait difficilement être accrue, le second, actuellement sous presse, montrera, par de nouveaux et nombreux exemples, la fécondité des méthodes dont les auteurs ont, avec tant de talent, tiré déjà un si grand parti. »

La séance est levée à 5 heures et demie. É. D. B.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 25 AOUT 1873,

PRÉSIDÉE PAR M. BERTRAND.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Théorie des scories solaires, selon* M. Zœllner; par M. Faye.

« Je crois le moment bien proche où, avec un peu de persévérance, le jour se fera pour tous sur cette question si controversée de la constitution physique du Soleil. De toutes parts on nous propose des théories nouvelles; la discussion s'est établie entre leurs auteurs et, par cela même, on commence à mieux apprécier la question dans son ensemble et dans ses conditions essentielles. La lumière est sur le point de jaillir de cette discussion; mais, pour la suivre, il faudrait avoir à la fois sous les yeux les *Comptes rendus*, les *Memorie dei spettroscopisti italiani*, les *Actes de l'Académie royale de Saxe*, la *Bibliothèque universelle de Genève*, des revues, des journaux, etc... Afin que l'Académie en ait du moins les traits principaux, je lui demande la permission de traduire ici les arguments que M. Zœllner vient d'opposer à l'hypothèse du P. Secchi. Je commencerai par exposer succinctement les idées de M. Zœllner lui-même et surtout l'ingénieuse théorie de la circulation de l'hydrogène solaire qu'il vient de publier dans les *Mémoires de l'Académie de Saxe*.

« Selon M. Zœllner, les taches du Soleil sont des scories produites par le refroidissement local du liquide incandescent qui forme le globe solaire.

» La température relativement basse de ces îles scorifiées détermine au-dessus d'elles, dans l'atmosphère, des courants analogues aux brises de terre et aux brises de mer qui règnent, comme on le sait, sur les côtes de nos îles; seulement sur le Soleil elles n'alternent pas. De ces courants opposés, les inférieurs soufflent perpendiculairement aux côtes de l'îlot du dedans au dehors; les supérieurs soufflent, au contraire, du dehors vers le dedans. Il en résulte nécessairement une série continue de mouvements tourbillonnaires dont les axes *horizontaux* sont disposés tangentiellement aux contours de la nappe de scories.

» Naturellement la radiation solaire est en partie supprimée au-dessus de cette île; la température y baisse notablement, et, si elle tombe au point de condensation des vapeurs contenues dans l'atmosphère, il se formera des nuages dont la figure dépendra des courants supérieurs qui affluent de toutes parts vers l'axe vertical de l'île. Ces nuages se produiront surtout vers la partie centrale, et c'est à travers le rideau plus ou moins éclairé de ces nuages que l'îlot de scories nous apparaîtra comme le noyau noir d'une tache avec son enceinte de pénombre.

» Ce refroidissement local, qui explique bien la dépression que M. Respighi a observée au-dessus du noyau noir des taches (1), donnera lieu, au-dessus de ce noyau, à l'élargissement des raies noires du spectre solaire, là où ces raies traversent la tache.

» De plus, le mouvement de l'atmosphère à l'intérieur de la tache étant descendant, tandis que les courants extérieurs sont ascendants, il en résulte que le bord interne de la pénombre est à un niveau plus bas que le bord externe. De là la forme de trou conique que nous présentent les taches et l'effet de perspective bien connu qui se manifeste quand elles arrivent près des bords.

» Si les courants ascendants qui règnent extérieurement à l'îlot de scories sont assez forts, ils jailliront çà et là dans la chromosphère et nous feront l'effet des protubérances ordinaires, lesquelles paraissent sortir, non de l'intérieur des taches, mais de leurs contours.

» Quant aux protubérances *éruptives* des spectroscopistes italiens, elles sont dues à un amoindrissement local de la pression atmosphérique qui s'exerce sur la surface liquide brillante du Soleil. Là où s'élèvent les courants ascendants dont il vient d'être question, c'est-à-dire autour des taches, la pression générale baisse et alors les amas de gaz renfermés et comprimés, ou même simplement dissous dans le sein de la masse liquide, s'échappent avec violence comme les bulles de gaz de l'eau de Seltz quand on débouche la bouteille, ou comme les bulles de plusieurs pieds de diamètre qu'on voit se former dans la lave et éclater avec fracas dans le petit cratère du Stromboli.

» Quant aux mouvements des taches (vit. ang. $= 857',6 - 157',6 \sin^2 \lambda$), il suffit de considérer les vents alizés qui doivent régner dans l'atmosphère du Soleil. Ces vents remontent des pôles vers l'équateur en frottant contre la surface. La composante de cette action dans le sens des parallèles doit diminuer la vitesse de rotation et la retarde, sur les parallèles voisins du pôle, plus qu'à l'équateur où cet effet s'annule. Les îles de scories suivent comme

(1) Die Erniedrigung der Chromosphäre über den Sonnenflecken, welche Respighi beobachtet, könnte ebenfalls einer Temperaturerniedrigung an diesen Stellen zugeschrieben werden.

des corps flottants les mouvements des zones sur lesquelles ils se trouvent et les indiquent à nos yeux.

» La segmentation des taches est tout aussi simple. Ces immenses nappes de scories viennent quelquefois à se fissurer. Par la brisure l'éclat de l'océan incandescent qu'elles recouvrent apparaît. La matière fluide, en remontant entre les fragments, les écarte et finalement plusieurs taches naissent d'une seule quand ces fragments ne se ressoudent pas.

» Enfin les taches disparaissent quand ces scories se fondent ou s'engloutissent peu à peu dans la lave incandescente qui les supporte. »

» Telle est la théorie de M. Zœllner. Voilà ce que l'hypothèse bien vieille des scories sur une mer incandescente est devenue entre ses mains, grâce au rôle un peu compliqué, mais rationnel (une fois le point de départ accepté) qu'il fait jouer à ses brises insulaires, à ses vents alizés, à ses tourbillons horizontaux, aux nuages qu'il fait naître dans l'atmosphère, à la double faculté, dont il dote la masse liquéfiée du Soleil, de dissoudre l'hydrogène de la chromosphère et de le laisser échapper subitement, avec violence, à la moindre baisse de pression barométrique.

» Cherchons tout d'abord à nous faire une idée bien nette d'une tache-scorie selon M. Zœllner. Je lui vois pour base un îlot refroidi, nageant sur l'océan de lave incandescente; puis, au-dessus et tout autour, une sorte de vaste bourrelet circulaire formé par les tourbillons marginaux, une sorte de vaste tore dont l'intérieur est ombré par les vapeurs condensées, et dont la surface interne, concave, enveloppée de nuages striés dans le sens des sections méridiennes, plus ou moins éclairés, plus ou moins transparents, constitue la pénombre. Cela forme comme un vase très-ouvert, ayant pour base la scorie : le tout se tient au-dessus de la surface du Soleil. Or il résulte des mesures appliquées à cet effet de perspective dont parle plus haut M. Zœllner, mesures dues à Wilson, à Herschel Ier, à M. Tacchini, etc., qu'en moyenne la profondeur doit être de 3 à 4 secondes. Tant que la tache se projettera pour nous dans les régions centrales du disque, cette circonstance est insignifiante; elle échappe à nos yeux; mais quand la tache arrive au bord, ce tore, ce bourrelet ou cette espèce d'entonnoir devra se dessiner en saillie sur la chromosphère. L'épaisseur de celle-ci étant d'une dizaine de secondes, l'entonnoir susdit en masquera plus du tiers, presque la moitié. Je le cherche dans les dessins des éclipses, dans ceux des spectroscopistes qui nous donnent jour par jour tout ce qui se passe autour du Soleil; mais je ne le vois pas : s'il existait, on l'aurait vu cent fois, on l'aurait dessiné. Qu'un appareil semblable, dont la puissance absorbante est assez grande pour produire en plein soleil l'effet d'une tache

grisâtre, ne soit pas visible par sa radiation propre, sur les bords, lorsque toutes les circonstances favorables se trouvent réunies, c'est ce que je ne puis comprendre, et, sans hésiter, je conclus qu'il n'existe pas.

» Mais il y a des preuves d'une autre nature. La situation du noyau noir des taches a été déterminée, en dehors de toute hypothèse préalable, à l'aide des sept années de mesures anglaises, en prenant pour origine, non plus l'orifice de la pénombre, mais bien la surface générale du Soleil telle qu'elle est définie par son contour parfaitement circulaire. On est arrivé ainsi à une *profondeur* moyenne de 0,4 (rayon terrestre = 1), sensiblement la même que la profondeur mesurée (par Wilson, les deux Herschel, M. Tacchini, etc...) à partir de l'orifice de la pénombre. Donc, sauf la très-petite saillie que semblent faire les facules marginales, la tache tout entière est plongée dans le corps du Soleil.

» Voici l'argument détaillé en six points qui sont des points de fait :

» 1° Les taches, en arrivant près du bord, disparaissent peu à peu sans jamais empiéter sur le bord, et leur orifice finit par se confondre sensiblement avec le bord du Soleil.

» 2° On ne voit rien en saillie au-dessus de la tache qui vient de disparaître, pas même pendant les éclipses totales, alors que la chromosphère se révèle sous forme d'une lisière rosée.

» 3° Le spectroscope qui nous rend sensible la moindre trace d'hydrogène ou de vapeurs ne nous fait rien voir au-dessus des taches qui ressemble au bourrelet horizontal de M. Zœllner.

» 4° La profondeur des taches n'est pas une simple supposition : c'est un fait qu'une hypothèse, apparemment, ne saurait détruire. Elle a été *mesurée* de deux façons : d'abord à partir du niveau de son orifice, puis à partir de la surface générale. Ces deux mesures, de natures si différentes, s'accordent. Or la dernière assigne aux taches une profondeur de plusieurs centaines de lieues au-dessous de la surface brillante du Soleil.

» 5° Le fait bien connu, mentionné au n° 1, explique la concordance de ces deux genres de mesures. Cette concordance résulte, en effet, de ce que l'orifice de la pénombre débouche à la surface même de la photosphère.

» 6° Des mesures directes du P. Secchi effectuées, non sur les noyaux, mais sur les orifices des pénombres, ne laissent d'ailleurs place à aucun doute sur ce dernier point.

» Ainsi tous les phénomènes directement observables et mesurables s'accordent à démontrer que les taches sont des cavités et non des saillies. Je désirerais bien que les partisans des scories, M. Zœllner et M. Gauthier,

de Genève, voulussent bien en citer un seul qui permît seulement de jeter un doute quelconque sur cette conclusion. Celui qui le premier, il y a une couple de siècles, a émis cette hypothèse, se bornait à dire : Les taches font assez bien l'effet de scories nageant sur une matière fondue et incandescente. Les faits se sont chargés de prouver l'inexactitude de cette première impression, et ces preuves redoublées ont été admises par tous les observateurs (1).

» On voit combien l'hypothèse des scories est inférieure jusqu'ici à celle des éruptions; mais, en poussant plus loin la critique, nous allons lui voir reprendre l'avantage sur d'autres points, et c'est ce qui nous expliquera la persistance que M. Zœllner met à la soutenir.

» Je ferai remarquer, en effet, avec satisfaction combien la circulation de l'hydrogène solaire de M. Zœllner se rapproche de la mienne. Cet hydrogène s'engouffre dans l'entonnoir des taches sous l'action de tourbillons horizontaux, va jusqu'au fond (la scorie), puis est entraîné par les courants inférieurs au delà du noyau, et enfin remonte vivement au loin autour de la tache, en jaillissant dans la chromosphère et au-dessus. Je n'ai, il est vrai, qu'un simple tourbillon au lieu d'une enveloppe de tourbillons, et le mien est vertical; de plus le phénomène s'opère en partie à une certaine profondeur dans le corps même du Soleil, tandis que, chez M. Zœllner, il se passe tout entier dans l'atmosphère, au-dessus de la surface brillante. Mais le point essentiel, l'idée d'une circulation née de l'engouffrement, du *down rush* de l'hydrogène, est compris par nous de la même manière. Quant à la doctrine des éruptions, elle reste muette; d'après elle, il sort sans cesse de l'hydrogène du Soleil, mais il n'y rentre rien.

» Une autre supériorité de l'hypothèse des scories sur celle des éruptions, c'est la manière dont elle s'adapte aux lois du mouvement des taches. Une de ces lois consiste en ce que chaque tache suit le mouvement du parallèle sur lequel elle se trouve, et si, par suite d'une petite oscillation

---

(1) Si M. Zœllner a repris en sous-œuvre cette idée, c'est qu'il a cru y trouver une explication simple et rationnelle du noir des taches, laquelle manque aux éruptions privées du noyau obscur; mais il n'y parvient qu'en attribuant tacitement auxdites nappes de scories la propriété de résister à la chaleur solaire pendant des semaines et des mois. Or celle-ci, n'eût-elle que *sa seule radiation*, suffirait pour fondre une enveloppe de fer forgé à raison d'un kilomètre d'épaisseur par jour. Que serait-ce si l'on tenait compte de la chaleur communiquée par contact? Cette enveloppe disparaîtrait sans doute en quelques instants. Évidemment ceux qui ont mis les premiers cette notion de scories en avant ne se faisaient pas la moindre idée de la puissance d'un pareil foyer.

propre, elle passe de ce parallèle à un autre, elle prend aussitôt le mouvement de celui-ci. C'est se conduire, sauf l'oscillation propre, à la manière des corps flottants; or c'est précisément le cas des scories. Il est bien clair qu'il n'en peut être ainsi des éruptions, à moins d'admettre des éruptions flottantes, à point de départ purement superficiel.

» Mais cet accord avec les faits ne va pas plus loin, et la discordance commence de suite. En effet, pour expliquer le retard progressif de la rotation d'un parallèle à l'autre, M. Zœllner est obligé d'invoquer l'hypothèse d'Herschel II, celle des vents alizés. Dès lors on ne voit pas comment ces îlots de scories ne seraient pas poussés peu à peu vers l'équateur, tout comme nos navires. Or, d'après les lois déduites des observations par le calcul, il n'existe aucun mouvement pareil. Il est même fort aisé de s'assurer, sans calcul, que les petits mouvements des taches en latitude n'ont nullement ce caractère; car, à chaque page de la collection des mesures anglaises, on trouvera des taches voisines qui présentent de petits mouvements très-limités en sens opposés, l'une vers l'équateur, l'autre vers les pôles.

» Quant à la lente oscillation elliptique que les taches de très-longue durée exécutent, dans le même sens, sur l'hémisphère nord, mais en sens opposé sur l'hémisphère sud, elle n'a rien de commun avec les déplacements des corps flottants.

» Il en est de même de la segmentation des taches; les détails si curieux de cette mystérieuse opération ne concordent guère avec l'idée d'une rupture du noyau-scorie, bien que cette hypothèse soit encore ici, je me hâte de le reconnaître, bien supérieure à celle des éruptions (1).

» Faut-il considérer la distribution des taches? Si elles étaient de simples scories dues au refroidissement, ce ne serait pas sans doute dans les régions les plus chaudes qu'on les verrait se former; or c'est, au contraire, dans les zones voisines de l'équateur qu'elles apparaissent, et jamais aux pôles. En outre c'est au beau milieu des facules, c'est-à-dire au sein des parties les plus chaudes, qu'on les voit naître et, quand elles disparaissent, c'est souvent une facule qu'elles laissent après elles.

(1) Toutefois la figure même des taches, qui tend d'une manière si frappante à reprendre la forme circulaire quand elles en ont été momentanément écartées, n'a rien de commun avec les scories, car celles-ci ne comportent aucune forme géométrique. On n'a pas fait assez attention jusqu'ici à cette circularité si remarquable des taches, caractère essentiellement mécanique qui ne s'explique bien que dans ma théorie, ainsi que les déviations fréquentes qui viennent l'altérer momentanément.

» Même insuccès pour la distribution géographique des protubérances. Celles-ci apparaissent jusqu'au 70e degré de latitude, tandis que les taches qui doivent lui donner naissance ne vont guère au delà du 35e (1).

» Enfin, et ce sera mon dernier argument, peut-on négliger les grands phénomènes de la splendeur solaire, de sa constance et de sa longue durée? N'y a-t-il que des taches à expliquer, et faut-il, pour s'en rendre compte d'une manière si peu plausible d'ailleurs, se condamner à considérer le Soleil comme une masse simplement liquéfiée par la chaleur? Mais alors comment peut-elle durer en cet état? Pourquoi n'est-elle pas depuis longtemps encroûtée? Ces scories, dont vous la recouvrez çà et là, nous en donnent aussitôt l'idée; l'apparition de ces scories est précisément le prodrome de l'encroûtement. Si la conductibilité des liquides et des solides est si faible que ces scories résistent des jours, des semaines et même des mois entiers à la chaleur du liquide fondu qu'ils recouvrent, comment veut-on que ce liquide lui-même subvienne à l'énorme radiation de 1 200 000 000 de calories qu'il perd chaque jour, par mètre carré de superficie? Considérez avec quelle rapidité un corps incandescent solide ou liquide s'éteint, si l'on cesse de lui fournir la chaleur qu'il rayonne avec tant d'abondance, et vous sentirez qu'ici un état de fluidité presque gazeux est nécessaire pour permettre le jeu de courants ascendants et descendants qui seul peut ramener la chaleur des profondeurs de la masse solaire et alimenter sa radiation superficielle pendant des millions d'années, et pour permettre à la contraction progressive de la plus grande portion de la masse de réparer, en calories, une partie de la perte séculaire.

» Quoi qu'il en soit, les objections de M. Zœllner contre les idées actuelles du P. Secchi n'en gardent pas moins toute leur portée. Ces deux savants se contredisent, en effet, de la manière la plus complète. Pour le P. Secchi les éruptions produisent les taches; pour M. Zœllner ce sont les taches qui produisent les éruptions.

» Après avoir formulé la cause qu'il assigne aux protubérances éruptives qui apparaissent autour des taches, M. Zœllner continue en ces termes, p. 25 des *Berichte der K. S. G. der W. Sitz. am* 21 *Feb.* 1873 :

« Déjà, en 1870, Respighi avait signalé ces circonstances, représentées par ma théorie comme autant de résultats généraux de ses observations :

« Sul contorno delle macchie sorgono ordinariamente getti gassosi di straordinarie intensità e violenze, e di forme ben definite. »

(1) C'est l'objection que me faisait à tort M. Tacchini. Ici elle porte juste.

» Ordinariamente, nelle località delle facole, le protuberanze o le eruzioni sono molto fre-
» quenti e molto sviluppate, etc. »

» Le P. Secchi est arrivé aux mêmes résultats dans le cours de ses nombreuses observations, et il les a résumés ainsi dans une récente Communication à l'Académie des Sciences de Paris :

«· 1° Les régions des facules et des taches sont les plus riches en protubérances. »
« 2° Il y a deux espèces de protubérances, les unes faibles et légères, épanouies comme
» nos cirrhus légers dans l'atmosphère; les autres, plus denses, plus compactes, plus vives,
» ayant une structure filaire et des caractères optiques particuliers. »

» Que des éruptions plus vives, qui traversent avec une plus grande vitesse les couches plus profondes et plus riches en vapeurs de l'atmosphère, en détachent quelques parties et les entraînent au-dessus de la base de la chromosphère de manière à les rendre perceptibles au spectroscope par leurs raies brillantes, c'est à quoi l'on peut bien s'attendre. Aussi le P. Secchi trouve-t-il, dans les protubérances les plus vives et les plus intenses, de nombreuses raies appartenant à des métaux. Il les désigne, pour abréger, par ce caractère métallique, et précise leur connexion avec les taches de la manière suivante :

» Alors j'ai remarqué soigneusement toutes les éruptions ayant ce caractère que, pour
» abréger, j'appellerai *métallique*, et j'ai trouvé que, toutes les fois qu'on observait à l'orient
» du bord solaire une de ces éruptions, on découvrait une tache solaire visible le jour sui-
» vant. Cette liaison est si réelle que j'ai pu, pendant ces derniers mois, prédire l'apparition
» d'une tache par la simple inspection de la qualité du spectre de l'éruption. Les cinq rota-
» tions dont je présente le résumé m'ont fourni, à elles seules, vingt-quatre de ces exemples. »

» De cette relation de position entre les deux phénomènes le P. Secchi se croit autorisé à conclure entre eux la relation suivante de cause à effet :

» La conclusion de tout ce que nous venons de dire est manifeste. Les taches sont pro-
» duites par l'éruption, de l'intérieur à l'extérieur, de masse des vapeurs métalliques que
» je viens d'indiquer. »

» Pourquoi cette conclusion *manifeste* s'applique-t-elle mieux aux observations que la conclusion inverse (*les éruptions sont produites par les taches*), c'est-à-dire pourquoi les taches ne seraient-elles pas la cause productrice des protubérances éruptives? C'est ce dont j'ai tâché en vain de découvrir, dans les écrits du P. Secchi, une raison tant soit peu valable. J'ai dû faire cette recherche; car, de ce que les parties supérieures des protubérances apparaissent les premières au bord oriental du Soleil, puis, de ce que le jour suivant, par suite de la rotation, la tache apparaît à son tour, c'est là une chose si simple, que je ne pouvais penser que le P. Secchi en eût tiré la conclusion susdite; ç'eût été l'équivalent du sophisme *post hoc ergo propter hoc.* »

» Sans attendre le résultat inévitable de cette guerre d'hypothèses, je dirai qu'ici je suis de l'avis de M. Zœllner : les protubérances dérivent des taches, non les taches des protubérances; mais je me hâterai d'ajouter que les deux mouvements accolés en quelque sorte l'un à l'autre, l'un descen-

dant vers l'intérieur des taches, l'autre extérieur aux taches et ascendant, doivent être étudiés d'une tout autre manière. Nul ne dira que ces deux mouvements, très-limités en définitive et en grande partie extérieurs au Soleil, contribuent à la radiation de cet astre, à sa constance, à sa longue durée, en un mot à l'alimentation de la photosphère. Ce sont donc deux phénomènes secondaires qui doivent tenir à quelque chose de plus général et de plus important, à quelque cause dont les deux hypothèses rivales ne sont pas même en état de faire soupçonner l'existence. S'attacher exclusivement à ces deux faits, vouloir faire dériver, à l'aide de suppositions, le premier du second comme fait le P. Secchi, ou le second du premier comme l'entend M. Zœllner, ce n'est pas, j'imagine, suivre la bonne voie. Les faits eux-mêmes pourraient manquer pour résoudre cette contradiction entre deux savants d'égale compétence Il faut s'élever à une notion plus haute, celle du phénomène bien plus général dont ces magnifiques détails dépendent.

» J'ai montré, sans recourir à des hypothèses, que cette circulation de l'hydrogène solaire, si bien saisie d'ailleurs dans quelques-uns de ses traits par M. Zœllner, dérive d'un phénomène plus général, à savoir les mouvements tourbillonnaires (à axe vertical) qui naissent dans la photosphère de son mode spécial de rotation; et j'avais fait voir auparavant que cette rotation elle-même se rattache à un phénomène bien plus général encore, au premier de tous, c'est-à-dire au mode d'alimentation de la photosphère par où la longue phase solaire est essentiellement caractérisée. »

GÉOMÉTRIE. — *Note sur le planimètre polaire;* par M. **H. Resal.**

« Le planimètre (polaire) du professeur Amsler de Schaffouse est, parmi les instruments de cette catégorie connus jusqu'à présent, de beaucoup le plus simple, le plus commode et le moins dispendieux; il est cependant peu connu des ingénieurs français.

» Il se compose en principe de deux règles métalliques OA, AB, articulées en A et portant normalement une pointe en O et B. Dans le prolongement en AB, se trouve en C, sur un axe parallèle à cette direction, une roulette dont la jante est graduée. Pour mesurer une aire, on fixe sur le plan, en dehors du périmètre, la pointe O, de manière que l'on puisse suivre ce périmètre avec la pointe B; lorsque cette pointe est revenue à son point de départ, la roulette a subi, en roulant sur le plan, un déplacement qui donne la mesure de l'aire.

» Cette Note a pour objet de montrer comment la théorie des rotations conduit simplement à l'équation du planimètre polaire, qui, je crois, n'a pas été établie dans toute sa généralité.

» Soient :

r, r', a les longueurs constantes OA, AB, AC;

R le rayon vecteur OB;

θ l'angle qu'il forme avec un axe fixe;

ω, Ω les vitesses angulaires autour de O de OA, OB, lorsque B trace le périmètre de l'aire;

ω' la vitesse angulaire de AB autour de A;

α, α' les angles AOB, ABO;

I le pied de la perpendiculaire abaissée de A sur OB.

» Le mouvement de AB résulte de la rotation ω' et de la translation ωr perpendiculaire à OA, de sorte que la vitesse U du point B est la résultante de deux vitesses ωr, $\omega' r'$ respectivement perpendiculaires à OA et AB. Les composantes de U suivant R, et sa perpendiculaire étant $\frac{dR}{dt}$, ΩR, il vient

$$\omega' r' \sin\alpha' - \omega r \sin\alpha = \frac{dR}{dt},$$
$$\omega' r' \cos\alpha' + \omega r \cos\alpha = \Omega R,$$

ou

$$\omega' - \omega = \frac{1}{AI}\frac{dR}{dt},$$
$$\omega' BI + \omega OI = \Omega R,$$

d'où

$$\omega' = \Omega + \frac{OI}{AI}\frac{dR}{dt} = \Omega + \frac{1}{R}\frac{dR}{dt}\cot\alpha,$$
$$\omega = \Omega - \frac{1}{R}\frac{dR}{dt}\cot\alpha'.$$

» La vitesse V du point C, estimée perpendiculairement à AB, égale à la vitesse de la roulette à sa circonférence, est la résultante de $-a\omega'$ et de la composante correspondante $-\omega r \cos OAB$ de la translation ωr; mais le triangle AOB donne

$$\cos OAB = -\frac{R^2 - r^2 - r'^2}{2rr'};$$

on a donc

$$V = \omega\left(\frac{R^2 - r^2 - r'^2}{2r'}\right) - a\omega,$$

ou

$$(1) \quad V = \frac{\Omega}{2}(R^2 - r^2 - r'^2 - 2ar') - \frac{1}{R}\frac{dR}{dt}\left(\frac{R^2 - r^2 - r'^2}{2r'}\cot\alpha' + a\cot\alpha\right).$$

Soient A l'aire décrite par le rayon vecteur à partir du moment où R et θ avaient pour valeurs R_0, θ_0; σ l'arc correspondant dont la circonférence de la roulette a tourné; on a

$$V = \frac{d\sigma}{dt}, \quad \frac{\Omega R^2}{2} = \frac{dA}{dt}, \quad \Omega = \frac{d\theta}{dt},$$

et l'équation (1) devient

$$dA = r'd\sigma + \left(\frac{r^2 + r'^2 + 2ar'}{2}\right)d\theta - \frac{dR}{R}\left(\frac{R^2 - r^2 - r'^2}{2}\cot\alpha' + ar'\cot\alpha\right),$$

d'où

$$(2) \quad A = r'\sigma + \left(\frac{r^2 + r'^2 + 2ar'}{2}\right)(\theta - \theta_0) - \int_{R_0}^{R}\left(\frac{R^2 - r^2 - r'^2}{2}\cot\alpha' + ar'\cot\alpha\right)\frac{dR}{R}.$$

» On devra substituer à $\cot\alpha'$, $\cot\alpha$ leurs valeurs

$$\cot\alpha = \frac{r^2 + R^2 - r'^2}{\sqrt{4R^2r^2 - (r^2 + R^2 - r'^2)^2}}, \quad \cot\alpha' = \frac{r'^2 + R^2 - r^2}{\sqrt{4R^2r'^2 - (r'^2 + R^2 - r^2)^2}},$$

résultant de la considération du triangle OAB; de sorte que l'intégrale dépend des fonctions elliptiques.

» En supposant $\frac{dR}{dt} = 0$, on retombe sur la formule établie par M. Amsler, en suivant une marche différente de la précédente, pour le cas d'un secteur circulaire, dont l'examen lui a suffi pour faire connaître les propriétés de son instrument.

» Lorsque la pointe B est revenue à son point de départ, on a

$$A = r'\sigma,$$

et l'aire est ainsi proportionnelle à l'arc décrit par la roulette. »

ANATOMIE COMPARATIVE. — *Sur les organes phosphorescents thoraciques et abdominal du Cocuyo de Cuba* (Pyrophorus noctilucus; Elater noctilucus, L.). Note de MM. **Ch. Robin** et **A. Laboulbène**.

« Nous avons eu l'occasion d'examiner vivants et de disséquer trois des insectes coléoptères, de la famille des Élatérides, sur lesquels M. de Dos

Hermanas a appelé récemment l'attention de l'Académie (1). L'étude de cet insecte, qui est commun dans l'Amérique intertropicale, nous a conduits à quelques résultats méritant d'être signalés (2).

» Indépendamment des deux organes phosphorescents, très-apparents sous forme de taches d'un jaune mat, ovalaires, situées, une de chaque côté, sur la face dorsale, à l'arrière du prothorax (*corselet*), il en existe un troisième, impair et médian. Celui-ci se présente sous l'aspect d'une grande plaque, d'un blanc un peu jaunâtre, située à la face ventrale du corps, entre le thorax et l'abdomen : l'insecte la met à découvert et la rend lumineuse volontairement; il la rend aussi très-lumineuse quand on écarte les élytres et les ailes, et qu'on renverse un peu l'abdomen vers la partie dorsale.

» En mettant à découvert l'espace situé entre les segments emboîtés du métathorax et du premier segment abdominal, on a sous les yeux un espace triangulaire ayant plus de trois fois la largeur d'une des taches lumineuses du corselet. Sur l'animal vivant, cet espace interthoraco-abdominal brille alors du plus vif éclat. C'est aussi vers la partie centrale qu'apparaît d'abord la lumière verte, phosphorescente. A la clarté du jour ordinaire, nous l'avons déjà dit, la coloration de l'organe en repos est blanchâtre et à peine jaune.

» *A*. Si l'on examine la surface des taches jaunâtres dorsales du prothorax, de forme ovalaire, longues de 2 millimètres, on voit qu'elle est très-lisse, et qu'en ces points il y a une transparence parfaite des téguments chitineux, amincis, incolores, continus avec la portion brune foncée et épaisse recouvrant le reste du corselet (3). Immédiatement au-dessous du tégument diaphane des trois appareils phosphorescents se voit le tissu propre de l'organe, qui est humide, charnu, grisâtre, demi-transparent; tout le reste de sa surface profonde est pourvu d'une couche ou enveloppe de tissu adipeux d'un blanc mat, épaisse d'un dixième de millimètre, que traversent les trachées et les nerfs de l'organe même. Celui-ci ne peut être enlevé sans qu'on entraîne aussi cette couche. Dès qu'un des organes dorsal ou ventral est à découvert, sa surface humide et brillante s'enfonce et se relève

---

(1) *Sur les Cocuyos de Cuba* (*Comptes rendus*, t. LXXVII, p. 333; 1873).

(2) Les trois individus soumis à notre examen étaient du sexe mâle.

(3) Cette partie diaphane du tégument, en forme de *cornée oculaire*, au niveau de ces organes, a néanmoins sa surface marquée de fines ponctuations microscopiques, figurant des virgules droites, écartées les unes des autres de $0^{mm},01$ et en rangées quinquonciales régulières.

par mouvements lents et irréguliers, dus à la contraction de faisceaux musculaires striés qui s'insèrent à sa face profonde (1).

» En enlevant ou en arrachant peu à peu tout l'organe lumineux, on arrive à découvrir contre lui un tronc trachéen court et considérable, car il a plus de 2 millimètres de diamètre; il est donc très-facile à voir. La disposition des trachées sortant de cette ampoule trachéenne pour aller à l'organe voisin est plutôt celle de houppes que la division dichotomique ordinaire.

» *B*. L'organe phosphorescent abdominal est irrégulièrement triangulaire, à base tournée du côté du thorax et à sommet postérieur. Il n'a pas l'enveloppe tégumentaire solide des taches lumineuses du thorax; c'est la membrane interthoraco-abdominale, devenue très-fine et transparente, qui le recouvre. La surface extérieure de celle-ci est lisse, avec quelques poils fins et très-espacés; sa face postérieure adhère fortement à l'organe lumineux. Ce dernier, d'un blanc jaunâtre, retiré du corps de l'animal vivant, brille dans l'air, dans l'eau, sur les plaques de verre porte-objet (2).

» On trouve à l'organe phosphorescent de l'abdomen, chez le *Pyrophorus*, la même structure que pour les deux organes thoraciques (3).

» *Structure anatomique*. — Les coupes de ces divers organes montrent qu'ils sont de forme lenticulaire, d'un tiers environ moins épais que larges, en y comprenant l'enveloppe adipeuse profonde. Celle-ci est entièrement formée de très-grandes cellules, à paroi hyaline, à contenu formé de nombreuses gouttelettes graisseuses, comme dans le tissu adipeux des insectes (4), et qu'il reçoit des trachées peu nombreuses relativement au reste de l'appareil.

---

(1) Cette surface devient bientôt louche et verdâtre, parce que ces contractions rompent alors les cellules adipeuses de l'enveloppe sus-indiquée, et font couler sur elle les gouttelettes microscopiques de leur contenu huileux.

(2) Il en est de même de l'organe lumineux du corselet. Du reste, l'organe des *Lampyres*, ou Vers luisants de nos contrées, brille étant retiré du corps et après l'écrasement de l'animal. Sa substance dissociée met quelques minutes avant d'avoir épuisé sa phosphorescence.

(3) Les trachées de l'organe ventral se rendent dans deux troncs trachéens brunâtres, allant de chaque côté au gros stigmate du premier segment abdominal.

(4) Après vingt-quatre heures de contact avec l'acide acétique ou avec l'acide chlorhydrique étendu, les principes graisseux formant ces gouttelettes passent en partie à l'état de fins cristaux aciculaires qui hérissent leur surface ou restent plongés dans leur épaisseur. Beaucoup de ces gouttes se fondent alors ensemble en gouttes plus grosses. Les acides ne font pas apparaître des cristaux d'acide urique dans ces cellules, ni entre elles, comme ils le font, au contraire, dans les cellules du tissu propre de chaque organe. Ce sont leurs

» Le tissu propre, demi-transparent, humide, forme la partie centrale de l'appareil, qui est la plus volumineuse. Il est composé de cellules qui ne diffèrent pas sensiblement de celles qui constituent les organes lumineux des Lampyres, et depuis longtemps décrites; ce sont des cellules irrégulièrement polyédriques, à angles arrondis, assez molles, friables, difficiles à séparer les unes des autres, épaisses de $0^{mm},04$ à $0^{mm},06$; elles manquent de paroi propre; elles ont un noyau relativement petit ($0^{mm},007$), ovoïde, un peu grenu, sans nucléole, visible facilement après l'action prolongée de l'acide acétique et de la teinture de carmin. L'aspect charnu particulier et l'état finement et uniformément grenu de ces cellules se retrouvent ici d'une manière très-nette. La présence de l'urate d'ammoniaque ou de soude en grande quantité, comme principe constitutif de ces granules, sur laquelle les auteurs classiques insistent à propos de l'appareil des *Lampyris*, se constate ici de la manière la plus nette. L'acide acétique et l'acide chlorhydrique étendu font apparaître, au bout de quelques minutes, dans l'épaisseur des coupes du tissu, et surtout autour d'elles, des cristaux d'acide urique, isolés ou groupés, aisément reconnaissables et nombreux (1); en même temps la substance des cellules devient moins grenue, plus transparente, sans se dissoudre.

» Ces cellules sont immédiatement contiguës les unes aux autres, et entre leurs faces adjacentes on ne trouve que des trachées et des tubes nerveux, sans que la masse du tissu ainsi constitué soit subdivisée en lobes et lobules (2).

» Les trachées, d'épaisseur moyenne quand elles traversent la couche blanche adipeuse, deviennent fort nombreuses et très-fines, par subdivisions multiples, et touffues dès qu'elles pénètrent dans le tissu propre;

---

gouttelettes qui donnent une coloration d'un blanc jaune mat à la surface profonde de l'appareil et qui réfléchissent vers l'intérieur la lumière centrale produite, mais non les granules d'urate (dont il va être question), contrairement à ce qu'on a supposé être dans les Lampyres. Du moins il en est ainsi sur les Pyrophores.

(1) Aucun de ces fins granules ne dépasse en diamètre $0^{mm},001$ et ne peut être reconnu comme salin sans l'action des acides. L'acide sulfurique, qui fait apparaître promptement des aiguilles de sulfate de chaux, sous le microscope, partout où il agit sur des carbonates ou des urates de chaux, n'amène pas leur formation ici : il amène le dépôt d'acide urique en groupes sphéroïdaux, en sabliers, etc.

(2) Les cellules de la surface contiguë à la couche adipeuse sont plus riches en granulations, un peu moins transparentes que celles qui sont plus centrales, mais sans former toutefois une couche distincte, comme les cellules adipeuses en constituent une.

elles vont se terminer en pointes les plus fines contre une face des cellules. Cette face nous a semblé être la face opposée à celle contre laquelle arrivent les tubes nerveux. Toutefois nous ne pouvons pas être absolument affirmatifs à cet égard (1).

» Les nerfs, relativement nombreux et volumineux, viennent du ganglion le plus voisin de chaque appareil et le pénètrent par sa circonférence. Ils s'épanouissent en tubes marchant bientôt isolément, entre les cellules, dès qu'ils ont traversé la couche adipeuse. Là, ils cessent bientôt de posséder leur couche de myéline et, après s'être divisé plusieurs fois, leur cylindre-axe s'applique contre telle et telle cellule; mais il nous a été impossible d'en voir la terminaison réelle, comme on peut le faire dans les appareils électriques des poissons, par exemple.

» *Remarques physiologiques.* — Les organes phosphorescents des insectes constituent des appareils de la vie de relation comme les appareils électriques des poissons. Leurs nerfs sont de l'ordre des nerfs moteurs dits volontaires.

» On sait, d'après les expériences faites sur les Lampyres, que leurs propriétés sont modifiées de la même manière par les mêmes agents.

» Brown et Linné avaient déjà constaté que la production lumineuse par le Pyrophore est soumise à sa volonté. On peut en multiplier les preuves de mille manières (2). Alors que l'animal trop affaibli ne produit plus de lueurs à la suite des excitations, qui en suscitaient auparavant l'émission, on peut encore en obtenir en incisant les ganglions qui envoient des nerfs à l'appareil, ou en arrachant brusquement celui-ci.

» Ces expériences réussissent sur le thorax séparé de l'abdomen comme sur l'insecte entier. Leurs résultats sont de même ordre que ceux que l'on obtient avec des muscles ou des organes électriques récemment séparés de l'animal qui les porte. Sur les appareils ventral et dorsal, la lumière apparaît d'abord au centre même de l'organe, puis elle gagne toute son étendue,

---

(1) On sait que l'un de nous a démontré que les disques du *tissu électrique* formant les appareils de ce nom dans les poissons reçoivent leurs vaisseaux par celle de leurs faces par laquelle s'échappe le courant, tandis que les nerfs se terminent contre la face opposée, celle qui *est tournée vers le pôle positif de l'appareil* (*voir* Ch. Robin, *Annales des Sc. nat. zool.*, 1847, *Compte srendus des séances de l'Académie des Sciences*, 1865, et *Journal d'Anatomie et de Physiologie*, année 1865).

(2) Brown et Linné avaient déjà constaté que l'abdomen de ces insectes devient brillant quand on les déchire en deux. *Voir* aussi Fougeroux de Boudarois, *Mémoires de l'Académie des Sciences,* 1766; Lacordaire, *Introduction à l'Entomologie,* etc.

éclaire au dehors; elle devient fort vive, verdâtre et des plus belles. Une zone linéaire, jaunâtre, très-apparente, parce qu'elle tranche à la périphérie sur le ton brun des téguments, n'est point primitivement lumineuse. Il en est de même des angles externes de l'organe ventral, surtout quand l'animal est affaibli. Cette zone est représentée par la couche adipeuse indiquée plus haut.

» Elle devient lumineuse quand du centre la phosphorescence a gagné jusqu'à elle; mais alors même elle ne produit pas de lumière, elle n'est jamais photogène : elle ne fait que réfléchir la lumière produite par la portion centrale de l'organe. En revanche, elle le fait non-seulement par sa face interne, mais par toute son épaisseur, ce à quoi se prêtent la transparence et le fort pouvoir réfringent de ses gouttelettes graisseuses, toutes nettement sphériques. Ces dispositions physiques déterminent des phénomènes dispersifs et d'interférence qui sont la cause de l'éclat remarquable que prend la lumière, dès que du centre elle se propage jusqu'à cette zone.

» Quels sont les changements d'état moléculaire des cellules du tissu propre de l'organe qui causent ici un dégagement de lumière? On sait que pendant le repos, et en dehors de toute influence nerveuse, les appareils électrogènes des poissons passent à un état de tension électrique de plus en plus prononcé, dont ils se dégagent subitement dès qu'ils veulent, ou sous l'influence expérimentale de telle ou telle action physico-chimique. Or ici les probabilités sont que le tissu phosphorescent produit peu à peu une substance qui s'accumule lentement dans les cellules productrices mêmes, indépendamment de toute influence nerveuse, par des actes de même ordre que ceux de diverses sécrétions, et que l'acte seul par lequel elles s'en déchargent est volontaire (1).

» La mise en liberté volontaire de la matière produite relativement au reste de la substance des cellules consiste-t-elle en un suintement exsudatif intercellulaire ou a-t-elle lieu dans l'épaisseur de ces éléments? On ne peut encore rien dire de précis sur ce point; mais le principe qui rend lumineuse pendant plusieurs minutes la substance des cellules écrasées se comporte comme la *noctilucine*, principe azoté coagulable, phosphorescent, retiré par Phipson (1871) du mucus lumineux de certaines scolopendres,

(1) L'expérience prouve que, comme pour la production et le dégagement de l'électricité des poissons, les actes précédents épuisent vite l'animal et exigent le repos, après une série de quelques dégagements, pour qu'une réparation nutritive permette de nouveau leur production.

des poissons, etc. C'est un principe immédiat naturel, peu stable, dont la ségrégation chimique ou moléculaire a lieu dès qu'il devient libre et qui se manifeste par une production de lumière seulement, sans chaleur, d'une manière analogue à ce qui a lieu lors de la décomposition accidentelle, putride ou non, de diverses sortes de tissus, de mucus, de sucres, etc.

» L'abondance des urates dans la substance des cellules au sein desquelles a lieu le dégagement de lumière porte à penser que l'acide urique est un des composés cristallisables résultant de la décomposition photogénique du composé coagulable précédent, puisqu'il est graduellement éliminé comme les principes cristallins de désassimilation analogues. L'abondance des trachées dans cet appareil est certainement en rapport avec celle de la consommation d'oxygène qui accompagne ces phénomènes. »

THERMODYNAMIQUE. — *Démonstration directe des principes fondamentaux de la Thermodynamique. Lois du frottement et du choc d'après cette science* [suite (1)]. Mémoire de M. **A. Ledieu**. (Extrait par l'auteur.)

« XII. *Démonstration directe du principe amplifié de Carnot.* — On sait que le cycle auquel s'applique le principe de Carnot est un cycle fermé et réversible, et que la condition de réversibilité est indispensable pour les démonstrations de ce principe qui ont été données jusqu'ici.

» La condition de réversibilité exige que la pression du corps travailleur soit la même dans toute sa masse, et qu'elle diffère à chaque instant infiniment peu de la résistance qu'il a à surmonter. Or cela revient à supposer : 1° que les vitesses de changement de volume sont négligeables; 2° que les forces extérieures mesurables physiquement, et au nombre desquelles il faut compter les réactions des parois qui enveloppent le corps travailleur, doivent sans cesse avoir des valeurs différant infiniment peu de celles qui leur seraient nécessaires pour se faire équilibre sur le corps supposé rigide. Il résulte de là, notamment, que le centre de gravité du corps ne se déplace à chaque instant que sous l'effort d'une résultante infiniment petite.

» D'autre part, lesdites démonstrations exigent encore que l'équilibre de température s'établisse à chaque instant dans toute la masse du corps travailleur.

» Comme on devait s'y attendre, notre démonstration est exactement soumise aux mêmes conditions.

---

(1) Voir les *Comptes rendus* des 14, 21 et 28 juillet; 4, 11 et 18 août.

» On se rappelle, en effet, que c'est expressément dans l'hypothèse de l'établissement incessant de l'équilibre de température, ainsi, du reste, que sous la condition mentionnée en 1° ci-dessus, que nous sommes parvenu à l'équation (14).

» Nous allons actuellement introduire dans cette équation la condition mentionnée en 2°, laquelle est, à la vérité, entièrement spéculative, mais heureusement s'écarte peu de la réalité des faits.

» L'introduction dont il s'agit entraîne les deux résultats suivants :

» 1° Si le corps se trouve en repos d'ensemble au début du cycle, il s'y maintiendra, pendant tout le parcours de celui-ci, à une quantité infiniment petite près; on aura donc, dans l'équation (14), $\Sigma m(A_1^2 - A^2)$ égale à une quantité infiniment petite.

» 2° La quantité $\Sigma\int(X_\theta\, dx_1 + Y_\theta\, dy_1 + Z_\theta dz_1)$ sera pareillement infiniment petite.

» L'équation (14) deviendra dès lors

$$(15)\quad EQ = 2\Sigma mkEg(T_1 - T) + 2\Sigma mkEg\int T\frac{\delta\tau}{\tau} - \Sigma\int(X_q\,\delta x + Y_q\,\delta y + Z_q\,\delta z).$$

» Parvenu à cette relation, il importe d'aller au-devant de toutes les apparences paradoxales que pourraient présenter les diverses considérations qui vont suivre, et pour cela nous recommandons au lecteur d'avoir bien présent à l'esprit le partage du travail total des forces calorifiques en deux autres, l'un dû aux chemins élémentaires vibratoires que nous avons désignés par $d_2 x$, $d_2 y$, $d_2 z$, l'autre correspondant à la *partie* des chemins élémentaires δx, δy, δz qui provient du changement de température, en notant d'ailleurs que le travail dû à la portion de ces chemins relative au mouvement de variation de volume se trouve toujours nul, aussi bien que le travail dû au mouvement d'ensemble, à cause précisément de l'*erratisme* des forces calorifiques.

» Cela dit, appliquons notre nouvelle relation aux quatre opérations du cycle de Carnot, dont nous désignerons l'isothermique supérieure par *bc*, la première adiabatique par *cd*, l'isothermique inférieure par *de*, enfin la deuxième adiabatique par *eb*.

» Pour la première opération, T *demeurant constant*, δx, δy, δz seront exclusivement des chemins élémentaires dus au changement de volume du corps; et, par suite, eu égard à ce que nous venons de dire, le troisième terme du second membre de l'équation (14) sera nul. Dès lors, en introduisant d'ailleurs l'hypothèse de la constance de la température, nous au-

rons la relation

$$\frac{EQ}{T} = 2\Sigma mk E g \operatorname{lognép}\left(\frac{\tau_c}{\tau_b}\right), \tag{16}$$

τ_c et τ_b étant les durées des vibrations pour les deux états du corps qui correspondent aux points c et b.

» Pour la seconde opération du cycle, le premier membre de l'équation (15) et le troisième terme de son second membre sont nuls, puisqu'il n'y a pas de chaleur appliquée ou enlevée au corps par des moyens extérieurs.

On a alors, pour cette opération,

$$(T_1 - T) = -\int_c^d T \frac{\delta\tau}{\tau}.$$

» Cette équation étant vraie, quelle que soit la valeur de la différence $T_1 - T$, a encore lieu quand cette différence devient infiniment petite et égale à δT. Nous aurons donc

$$-\frac{dT}{T} = \frac{\delta\tau}{\tau}; \quad \text{d'où} \quad \operatorname{lognép}\frac{T_1}{T} = \operatorname{lognép}\frac{\tau_c}{\tau_d},$$

et, par suite,

$$\frac{T_1}{T} = \frac{\tau_c}{\tau_d}, \tag{17}$$

τ_d étant la durée des vibrations pour l'état du corps correspondant au point d.

» Semblablement à ce qui précède, et en se rappelant ce que nous avons dit pour la manière dont on doit exprimer le refroidissement d'un corps, on trouvera, pour la troisième et la quatrième opération,

$$-\frac{EQ_1}{T_1} = 2\Sigma mk E g \operatorname{lognép}\frac{\tau_e}{\tau_d}, \tag{18}$$

$$\frac{T}{T_1} = \frac{\tau_e}{\tau_b}, \tag{19}$$

τ_e étant la durée des vibrations relatives à l'état du corps correspondant au point e.

» Des équations (17) et (19) on tire

$$\frac{\tau_e}{\tau_b} = \frac{\tau_d}{\tau_c}, \quad \text{d'où} \quad -\operatorname{lognép}\frac{\tau_e}{\tau_d} = \operatorname{lognép}\frac{\tau_c}{\tau_b}.$$

» Dès lors les équations (16) et (18), combinées entre elles, donneront

$$(20)\qquad \frac{Q}{T}=\frac{Q_1}{T_1},\quad \text{soit}\quad \frac{Q}{T}-\frac{Q_1}{T_1}=0,\quad \text{ou encore}\quad \frac{Q}{Q_1}=\frac{T}{T_1},$$

ce qui est précisément le *principe amplifié de Carnot*.

» Nous donnons dans notre Mémoire une manière beaucoup plus rapide d'arriver à ce principe, en partant toujours de l'équation (15); autrement dit, nous tirons d'emblée de cette équation la relation générale

$$\int \frac{dQ}{T}=0,$$

démontrée pour la première fois par Clausius, en 1854, comme s'appliquant à tout corps décrivant un cycle *fermé* et *réversible*, mais *quelconque* d'ailleurs.

» Néanmoins, la marche un peu longue que nous venons de suivre nous a paru utile à donner, pour faire voir d'une façon explicite la manière dont les choses se passent de proche en proche dans le cycle de Carnot. »

M. **Dumas**, absent de Paris en ce moment, écrit à l'Académie qu'il a reçu de M. *Lichtenstein* une Lettre (1) indiquant les motifs sur lesquels il se fonde pour maintenir l'opinion qu'il a émise au sujet de la reproduction du *Phylloxera*.

« D'après M. Lichtenstein, dit M. Dumas, quelques jours suffisent pour transformer l'insecte sorti de l'œuf en mère pondeuse. M. Signoret pense qu'il faut un an pour l'amener à cet état. Parmi les circonstances nombreuses qui appuient le sentiment de M. Lichtenstein, partagé par tous les observateurs du Midi qui ont été témoins de la rapidité avec laquelle les racines de la vigne sont envahies par l'insecte, il en est une que M. Signoret ne semble pas avoir prise en considération. Le Phylloxera des feuilles offre toujours sur les feuilles jeunes, et au début de son apparition, une ou deux galles seulement, à peine proéminentes. Chaque galle ne contient qu'un seul Phylloxera. Bientôt celui-ci s'est développé et a pondu; les œufs sont éclos et de nouvelles galles apparaissent sur les feuilles voisines, toutes renfermant une mère et des œufs près d'éclore ou éclos.

» Je me permets de recommander l'étude du Phylloxera des feuilles,

(1) *Voir* plus loin cette Lettre aux *Mémoires présentés*, p. 522.

comme propre à résoudre divers problèmes relatifs aux transformations de cet insecte. En effet, autant il est difficile d'isoler le Phylloxera des racines et de le suivre dans son développement, autant il est aisé de le faire pour le Phylloxera des feuilles, qui naît et se développe dans une cavité fermée, où se commence et se termine son existence, et d'où sortent seulement les jeunes, qui vont former de nouvelles habitations.

» La fécondité prodigieuse du Phylloxera étant admise, il n'en devient que plus intéressant de constater qu'un premier pas, et un pas tout à fait décisif, vient d'être accompli relativement à la découverte des moyens de destruction qui peuvent être mis à profit pour en débarrasser la vigne. C'est un grand bienfait pour la France.

» M. Monestier a réussi à tuer le Phylloxera, sans nuire à la vigne, au moyen du sulfure de carbone. L'expérience a été effectuée avec un succès complet, à Celleneuve, près de Montpellier, par les soins de MM. Monestier, Lautaud et d'Ortoman, guidés par des expériences préalables de laboratoire. On fait autour de la vigne trois trous, en enfonçant un pal en fer. Au moyen d'un entonnoir, on fait arriver au fond de chacun d'eux 50 grammes de sulfure de carbone et l'on ferme le trou à l'aide d'un bouchon de terre.

» L'expérience montre que 150 grammes de sulfure de carbone par cep sont nécessaires, et que, même à la dose de 300 ou 400 grammes, cet agent ne nuit pas à la vigne. Comme la quantité de sulfure de carbone indiquée peut produire 40 ou 50 litres de vapeur et que celle-ci est plus de trois fois aussi dense que l'air, tout l'espace vide dans la masse terreuse où la vigne répand ses racines doit être bientôt pénétré de cette vapeur, qui est, comme on le sait depuis longtemps, meurtrière pour tous les insectes. Au bout de huit jours, on trouve tous les Phylloxeras morts.

» Ce traitement, ainsi que l'a constaté M. Gaston Bazille, Président du Comice de l'Hérault, a paru d'ailleurs plutôt favorable que nuisible à la végétation de la vigne.

» Au prix du sulfure de carbone, la façon donnée à la vigne pour la destruction du Phylloxera représente une dépense de 15 à 20 centimes par souche. Un ouvrier pourra traiter 300 souches par jour et emploiera 40 ou 50 kilogrammes de sulfure de carbone.

» M. Monestier et ses collaborateurs, après avoir découvert la méthode, pensent que le sulfure de carbone pourra être remplacé, comme moyen de destruction, par d'autres agents insecticides, et continuent leurs expériences à ce sujet.

» M. Faye avait déjà proposé, pour faire parvenir aux racines de la vigne les insecticides nécessaires, l'emploi des trous de sonde, qui paraît devoir être généralisé désormais dans ces sortes d'applications. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission de deux Membres, qui sera chargée de la vérification des comptes pour l'année précédente.

MM. Mathieu, Brongniart réunissent la majorité des suffrages.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de juger le Concours du prix Bordin pour 1873. (Étude de l'écorce des plantes dicotylédonées.)

MM. Brongniart, Decaisne, Duchartre, Trécul, Tulasne réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix, sont MM. Gay, Cosson.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

VITICULTURE. — *Sur la rapidité de la reproduction du* Phylloxera. Lettre de M. LICHTENSTEIN à M. Dumas.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Dans sa séance du 11 août, l'Académie a reçu une Communication de mon collègue de la Société entomologique, M. Signoret, prétendant que j'avais commis une erreur considérable en avançant que le Phylloxera avait une génération chaque dix ou douze jours. Or j'avais pris cette opinion dans un ouvrage intitulé *Le Phylloxera de la vigne*, publié en 1869 par M. Signoret; l'auteur dit, dans les considérations générales, que « neuf générations ont lieu dans l'espace de trois mois ».

» Étonné de voir M. Signoret en désaccord avec lui-même, j'ai voulu en avoir le cœur net. J'ai placé dans un vase de verre un tronçon de racine, disposé de façon à pouvoir l'observer à travers les parois du verre, et j'ai rempli le vase de terre humide et de radicelles garnies de Phylloxeras et d'œufs. Un jeune Phylloxera s'est fixé le 1er août sur la racine; le 4, il a pondu; le 12, les premiers œufs sont éclos, deux des petits se sont fixés à

côté de la mère, et aujourd'hui, 18 août, ils ont la taille des mères pondeuses.

» Les observations de MM. Balbiani et Max. Cornu ont prouvé, d'un autre côté, que les mues sont bien plus rapides que ce que croit M. Signoret (deux jours par mue, au lieu de vingt à vingt-cinq).

» Enfin, on trouve toujours des œufs, des petits et des adultes ensemble depuis le mois de mars jusqu'au mois de novembre, et des plants enracinés placés dans les vignes atteintes se couvrent rapidement de petits Phylloxeras, qui grossissent et pondent dans moins de vingt jours, et jettent constamment de nouveaux essaims sur le sol, surtout pendant l'été.

» De tout cela ne doit-on pas conclure que M. Signoret avait raison, en 1869, quand il annonçait neuf générations dans les trois mois d'été, et qu'il se trompe aujourd'hui en voulant limiter la reproduction de l'insecte à une génération par an?

» S'il m'était permis de formuler une hypothèse, je croirais assez à l'existence parallèle de deux formes chez les Phylloxériens (et chez la plupart des Coccides, ou même chez tous) : quelque chose qui rappellerait les neutres chez les fourmis, les abeilles, les termites; quelques insectes, mâles et femelles, arrivant à l'état parfait ailé et n'ayant qu'une génération par an; de très-nombreux insectes neutres, mais se reproduisant sans accouplement, plus ou moins rapidement selon les circonstances, et n'arrivant jamais à l'état parfait ailé. Je suis conduit à cette hypothèse en voyant si peu de nymphes et d'insectes ailés dans les millions de Phylloxeras qui passent sous ma loupe chaque semaine. »

CHIMIE. — *Sur un principe d'union de la Chimie universelle, applicable à la Chimie organique*. Mémoire de M. É. MARTIN. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Fremy, Robin, Berthelot.)

« La Chimie que nous appelons universelle comprend les deux électricités comme des corps simples matériels, et en établit les qualités physiques et chimiques; elle s'appuie d'ailleurs particulièrement sur la connaissance des véritables corps simples pondérables, ceux qui sont admis jusqu'ici comme tels étant des composés mixtes, c'est-à-dire formés par une union première, en proportions définies, des corps simples réels avec les deux corps impondérables simples. D'après la Chimie universelle, les corps simples pondérables et impondérables se divisent en deux genres, suivant leurs affinités propres; ceux qui possèdent l'affinité de l'oxygène forment le

genre *oxyque*, constitué par l'oxygène, qui n'est pas le gaz oxygène, le fluor, le chlore, le brome, l'iode et l'azote, et de plus par le corps simple impondérable nommé *électrile* (symbole El), qui n'est autre que l'électricité dite négative. Le genre *basique* est formé des corps simples hydrogène (dont le gaz hydrogène est le composé mixte), carbone, soufre, phosphore, sélénium, arsenic, bore, silicium, de tous les métaux et du corps simple impondérable *éthérile* (symbole Et), connu sous le nom d'électricité positive. En outre, les corps du même genre ne peuvent s'unir directement entre eux : ils sont au contraire sollicités à l'union d'un genre à l'autre par leurs affinités propres, qui sont complémentaires et saturables l'une par l'autre; toutefois les corps simples pondérables, possédant tous primitivement l'état solide avant de pouvoir s'unir entre eux, doivent se combiner au corps impondérable simple du genre différent par une union première qui donne la mobilité à leurs atomes.

» Dans ces conditions, la nouvelle science démontre quatre modes d'unions chimiques, dont un seul a été connu jusqu'ici : 1° l'union de deux corps simples impondérables entre eux, qui donne pour produit le calorique et la lumière; 2° l'union des corps simples pondérables du genre basique au corps simple impondérable du genre oxyque, qui donne les composés mixtes combustibles, gaz hydrogène, soufre, phosphore, carbone, etc., et tous les métaux, et celle des corps simples pondérables du genre oxyque au corps simple impondérable du genre basique, qui donne les composés mixtes comburants, gaz oxygène, gaz chlore, gaz azote. Vient ensuite l'union des corps mixtes entre eux, qui peut avoir lieu de deux manières distinctes, savoir : sans altération de la constitution des corps qui s'unissent, et en raison de l'intervention avec prédominance de l'un des corps impondérables qui constitue l'état mixte; ce qui permet aux corps mixtes combustibles de s'unir entre eux, ainsi qu'aux mixtes comburants de former des unions peu stables. Cette union qui unit les corps mixtes sans les altérer dans leur constitution forme le troisième mode d'union chimique : c'est celui que j'ai reconnu dans la formation des corps organisés. Le quatrième mode d'union chimique est celui qui a lieu entre les corps mixtes comburants et les corps mixtes combustibles avec double décomposition et qui constitue l'union par combustion.

» De ces quatre modes d'union distincts, un seul a été connu jusqu'ici, c'est l'union avec combustion, par voie sèche et par voie humide; encore n'a-t-il pas été expliqué par une théorie acceptable, et cela se conçoit, puisqu'il faut, pour le comprendre, connaître les véritables corps simples

et les composés mixtes. Ce phénomène de la combustion a été l'un des premiers compris par la nouvelle science. Deux composés mixtes sont en présence, l'un combustible, soit le gaz hydrogène HEl, l'autre comburant, soit le gaz oxygène OEt; si l'équilibre de constitution de ces gaz est rompu par l'étincelle électrique, une double décomposition s'opère; les deux corps pondérables H et O s'unissent en formant de l'eau, et les deux impondérables El, Et s'unissent en produisant du calorique et de la lumière.

» C'est le troisième mode d'union qui préside, suivant nous, à la combinaison des corps mixtes entre eux sans altération dans leur constitution, que nous voulons démontrer dans ce Mémoire, en le considérant comme essentiel dans la formation des corps organisés; en effet, les corps organisés produits par les végétaux et par les animaux sont combustibles, comme les éléments qu'ils contiennent, pris à l'état de liberté, et ne peuvent être assimilés à des corps brûlés créés par la combustion. Un corps brûlé a perdu, en produisant du calorique, ses éléments de combustibilité. La théorie admise, qui consiste à considérer les éléments des composés organisés comme des corps brûlés par leur union, quand il y a rapport entre les corps combustibles et les corps comburants constituants n'est donc pas acceptable. D'après cette théorie, le ligneux et ses congénères, qui contiennent l'hydrogène et l'oxygène dans les proportions qui constituent l'eau, plus du carbone, doivent être considérés chimiquement comme des hydrates de carbone, le carbone restant seul un élément de combustion.

» Les expériences de calorimétrie ne s'accordent pas avec cette théorie, qui donne par le calcul sur le bois sec 2800 calories, tandis que Rumford en a constaté 3814 expérimentalement; le ligneux contient donc un élément combustible autre que le carbone. Mais, pour démontrer que l'hydrogène n'est pas brûlé dans le ligneux, l'amidon, le sucre, etc., qu'est-il besoin d'aller chercher ses preuves dans les expériences délicates de la calorimétrie? nous avons tous les jours un fait vulgaire qui ne permet pas le doute à cet égard. En effet, un simple éclat de bois sec, un morceau de papier, une poignée d'amidon, jetés sur un brasier ardent, produisent une flamme éclairante, qui n'a d'autre aliment possible que le gaz hydrogène combiné à du carbone, et cela avant même que le charbon de bois ait pris la teinte noire qui précède son inflammation.

» Les composés organisés formés par le troisième mode d'union sont stables, ce qui signifie qu'il y a entre les corps unis une attache chimique

réelle, et nous avons démontré, dans un précédent Mémoire, que l'attache qui s'établit entre deux corps mixtes, comme l'hydrogène HEl et le carbone CEl, tient à ce que le carbone mixte, le soufre, le phosphore, prennent une formule différente en présence de l'hydrogène; nous avons démontré que, dans les sulfures et les phosphures, ces deux corps, qui prennent naturellement la formule SEl^2 dans le soufre cristallisable et le phosphore blanc, se combinent aux corps mixtes basiques à la manière des acides. Cet état, qui tient à la prédominance de l'élément El, se démontre d'ailleurs par une augmentation de volume qui en est la conséquence, et dans l'union du carbone à l'hydrogène, qui nous paraît former la base de tout composé organisé : ces deux éléments doivent constituer un carbure d'hydrogène.

» L'oxygène et l'azote sont des éléments essentiels, mais ils ne peuvent constituer à eux seuls un composé organisé; il leur faut, pour entrer en combinaison, une base sur laquelle ils puissent se fixer, tandis que cette base, constituée par l'union du carbone à l'hydrogène, peut les éliminer sans cesser de former un corps organisé : chez les animaux elle constitue à elle seule les graisses, et chez les végétaux les huiles et les essences.

» Nous sommes ainsi conduit à considérer le ligneux, l'amidon, la gomme, le sucre, leurs congénères et la généralité des corps organisés comme des carbures d'hydrogène oxygénés et azotés, l'oxygène et l'azote conservant dans ces *composés* les états mixtes qu'ils possèdent en constituant l'air atmosphérique.

» Le phénomène de la respiration, dont Lavoisier a fait l'étude, a été considéré longtemps comme une combustion du sang veineux, qui se trouvait ainsi transformé, pendant son passage dans le poumon, en sang artériel, cette combustion produisant l'acide carbonique expiré. Mais les physiologistes modernes ayant démontré que le sang oxygéné du ventricule gauche du cœur possède une température égale ou inférieure à celle du ventricule droit, ont cru devoir en conclure que la combinaison n'avait pas lieu dans le poumon, mais que le sang veineux, après avoir exhalé l'acide carbonique qu'il contenait à l'avance, dissout le gaz oxygène inspiré avec rapidité, et qu'alors la combustion a lieu entre le sang et le gaz pendant la circulation artérielle. Cette absorption subite par dissolution du gaz, pour une combinaison future, n'est pas acceptable, et d'ailleurs le changement dans la coloration du sang atteste que la combinaison a eu lieu à la rencontre du gaz et du liquide. On le voit, c'est à la Chimie universelle qu'il faut avoir recours pour résoudre ce problème; son troisième prin-

cipe d'union, celui que nous avons désigné sous le nom d'*union naturelle*, explique, en effet, parfaitement comment les corps mixtes s'unissent entre eux sans production de calorique, sans changement de constitution, et en conservant dans les produits la combustibilité des éléments qui y sont entrés. Il y a donc évidemment, dans la respiration, union naturelle du gaz oxygène OEt aux carbures d'hydrogène dont le sang veineux est constamment alimenté par la digestion, en même temps qu'il y a dégagement de l'acide carbonique que le sang contenait à l'avance. »

M. J. Seguin adresse à l'Académie, pour être transmis au Muséum d'Histoire naturelle, un entozoaire trouvé dans la cavité abdominale d'une ablette.

(Commissaires : MM. Milne Edwards, Robin.)

M. C. Beurmann adresse une Note relative à un projet de fabrication de briquettes, au moyen des déchets de bois provenant de diverses industries, dans les Vosges.

(Commissaires : MM. Fremy, Rolland.)

M. A. Mesquite adresse une Note relative à une solution du problème de la navigation aérienne. Cette Note est accompagnée de planches.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

M. L. Rarchaert adresse une Note relative aux résultats obtenus avec sa locomotive à double articulation et à deux cylindres. Cette Note est accompagnée d'un Rapport du chef d'exploitation de la Compagnie du chemin de fer de Vitré à Fougères, constatant la régularité avec laquelle la machine a fonctionné sur cette ligne, sans interruption, pendant un mois.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. G. de Coninck adresse un complément à sa théorie des volcans et des inondations.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. E. de Laval envoie un exemplaire d'une pétition adressée au Conseil municipal de Paris, à l'effet d'obtenir la proscription des tuyaux en plomb pour la distribution des eaux destinées aux usages alimentaires.

(Renvoi à la Section de Médecine.)

M. A. Brachet adresse un Mémoire sur les moyens d'augmenter la puissance des microscopes.

(Renvoi à la Commission du prix Trémont.)

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre des Affaires étrangères transmet à l'Académie une Lettre destinée à recommander M. *de Lacaze-Duthiers* aux agents de son Département, pendant la mission scientifique qu'il doit accomplir dans la Méditerranée.

M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce adresse, pour la Bibliothèque de l'Institut, le deuxième volume (deuxième partie) du « Recueil des travaux du Comité consultatif d'hygiène publique de France : enquête sur le goître et le crétinisme; rapport par le Dr Baillarger ».

M. J.-D. Dana, nommé Correspondant pour la Section d'Anatomie et Zoologie, adresse, de New-Haven (Connecticut), ses remercîments à l'Académie.

ASTRONOMIE. — *Découverte de deux nouvelles comètes par M.* Borrelly *et M.* Paul Henry. Lettre de M. Wolf à M. le Secrétaire perpétuel.

« En l'absence de M. le Directeur de l'Observatoire, j'ai l'honneur de vous prier d'annoncer à l'Académie la découverte de deux nouvelles comètes.

» L'une a été trouvée à Marseille par M. Borrelly, le 21 août. Sa position approchée était

$$15^h \text{ temps moyen de Marseille} \ldots\ldots \left\{ \begin{array}{l} \mathcal{R} = 7^h 27^m, \\ \mathcal{D} = +38^\circ 45'. \end{array} \right.$$

» Mouvement rapide vers le sud, à peu près 1 degré par jour.

» La seconde a été découverte à Paris, le 23 août, par M. Paul Henry.

$$11^h \text{ temps moyen de Paris} \ldots\ldots \left\{ \begin{array}{l} \mathcal{R} = 7^h 27^m, \\ \mathcal{D} = +59^\circ 30'. \end{array} \right.$$

» Marche rapide vers l'est.

» Cette comète est ronde, très-brillante, presque visible à l'œil nu, avec une condensation centrale. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur le spectre de la comète III de* 1873; Note de MM. **Wolf** et **Rayet**, présentée par M. Fizeau.

« La comète découverte à Marseille par M. Borrelly, dans la nuit du 20 au 21 août, présente la forme d'une nébulosité circulaire d'environ 2 minutes de diamètre, et offre en son centre un noyau assez brillant.

» Son spectre, examiné le 21 au matin, se compose d'un spectre continu, depuis le jaune jusque vers le violet, dû en partie à la lumière solaire réfléchie, et de deux bandes lumineuses, l'une dans le vert, l'autre dans le bleu.

» La bande verte est intense, nettement limitée vers le rouge, diffuse vers le violet.

» La bande bleue, dont l'éclat est environ la moitié de celui de la précédente, est aussi limitée vers le rouge et diffuse vers le violet.

» Le spectre continu présente beaucoup plus d'éclat que celui des comètes que nous avons précédemment étudiées, et est beaucoup plus étroit. Peut-être est-il dû à un noyau solide. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur le spectre de l'atmosphère solaire.* Note de M. **G. Rayet**, présentée par M. Fizeau.

« Des observations nombreuses ont fait connaître avec détails le spectre à lignes métalliques brillantes qui est donné par certaines protubérances solaires, courtes et très-vives; mais je n'en connais aucune dans laquelle on ait signalé le renversement d'une seule des deux raies D. C'est cette particularité, nouvelle et toute spéciale, qui m'engage à communiquer à l'Académie mon observation du 16 août.

» Depuis plusieurs jours le bord oriental du Soleil présentait, sous un angle de position d'environ 100 degrés à partir du nord, de nombreuses et brillantes facules; la plus intense d'entre elles a dû passer sur le bord le 13 ou le 14; mais le ciel était alors trop brumeux pour permettre des observations intéressantes.

» Le 15, on observait cependant en ce point, outre les lignes du spectre ordinaire de la chromosphère, le renversement des lignes b_1 et b_2 du magnésium, b_3 du nickel et de la ligne du fer, voisine de E, qui caractérise la couronne.

» Le 16, le temps étant beaucoup plus pur, le spectroscope montrait dans cette même région une série nombreuse de lignes brillantes compre-

nant, outre les lignes de l'hydrogène et la ligne jaune un peu plus réfrangible que D, celles dont les longueurs d'onde sont les suivantes :

6716	Entre B et C. Calcium. S'observe rarement.
5895 } 5889 }	Sodium.
5534	Baryum.
5362	Fer.
5316	Fer. Ligne de la couronne. Au voisinage de E.
5282,5	Fer.
5254	Manganèse.
5233,4	Manganèse.
5226	Fer.
5197	Substance inconnue.
5188,2	Calcium. N'avait pas encore été signalée.

Et enfin les lignes du groupe *b* appartenant au magnésium et au nickel.

» Ces lignes étaient pour la plupart intenses et se montraient dans une portion de l'atmosphère solaire où il n'y avait aucune grande protubérance nuageuse, mais bien une série de panaches divergents à contours fort nets.

» La circonstance vraiment remarquable du phénomène était offerte par le mode de renversement des lignes D. A une hauteur convenable, *une seule de ces deux lignes*, la moins réfrangible, paraissait lumineuse et, plus près du bord solaire, lorsque les deux lignes étaient renversées, la moins réfrangible était toujours beaucoup plus vive que l'autre. Aucune d'elles ne se trouvait d'ailleurs, comme d'ordinaire, limitée à droite et à gauche par des traits noirs; les vapeurs de sodium étaient donc peu abondantes dans cette région.

» Depuis le 16 août, la grande facule dont il est question dans cette Note a persisté sans changement trop considérable de forme, et la rotation apparente du Soleil l'amène aujourd'hui vers le bord occidental de l'astre qu'elle atteindra dans deux ou trois jours. L'éruption dont cette facule est le signal a conservé son même caractère; car, dès hier 24, j'ai pu constater de nouveau, dans son voisinage, le renversement d'une seule, toujours la moins réfrangible, des deux lignes du sodium.

» Je ne crois donc pas qu'il puisse y avoir aucun doute sur la réalité du phénomène.

» On sait, depuis longtemps, que sur le bord du Soleil les trois lignes vertes du magnésium ne se renversent pas toutes en même temps et que celle qui devient le plus facilement brillante est la moins réfrangible. Ce

fait se comprend; car des expériences faciles à répéter (en particulier celles de M. Cornu) ont montré que, sous certaines conditions, on peut faire apparaître successivement la ligne b_1, puis ensuite la ligne b_2 et enfin b_4; cette dernière est toujours plus courte que les autres.

» Jusqu'ici les deux lignes du sodium s'étaient toujours montrées identiques et, à ma connaissance, aucune expérience de laboratoire ne permet de les différentier au point de vue de leur aspect. On peut noter cependant que ces deux lignes ne sont pas absolument égales et que, sur le Soleil, la plus réfrangible est un peu plus forte.

» En rapprochant mon observation sur les raies du sodium de celles bien connues sur le renversement des raies du magnésium, il semble que ce soit une loi générale que, dans un groupe de lignes voisines d'une même substance, ce soit la moins réfrangible qui se renverse le plus facilement. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches expérimentales sur l'influence que les changements dans la pression barométrique exercent sur les phénomènes de la vie.* 12ᵉ Note de M. P. **Bert**, présentée par M. Milne Edwards.

« Je viens aujourd'hui rendre compte à l'Académie des résultats de mes nouvelles études sur la cause intime des accidents qui surviennent chez les animaux soumis à l'influence de l'air fortement comprimé.

» J'ai prouvé, dans plusieurs de mes Notes précédentes :

» 1° Que, lorsque l'oxygène arrive chez un chien à la quantité de 28 à 30 volumes pour 100 volumes de sang artériel, l'animal est pris de convulsions, qui deviennent mortelles à la dose de 35 volumes environ; 2° que ces convulsions, si varié qu'en soit le type, proviennent d'une excitation directe de la moelle épinière, comme le montrent leur cessation sous l'influence des anesthésiques, et leur non-apparition dans un membre dont le nerf moteur a été préalablement coupé.

» On pourrait donc comparer l'oxygène à un poison du système nerveux, son action paraissant se rapprocher beaucoup de celle de la strychnine; mais, d'autre part, j'ai fait voir que, dès le début de l'attaque convulsive, la température de l'animal s'abaisse de plusieurs degrés. Il y a donc, dans les actes intimes de la nutrition, une altération profonde, ce qui n'a pas lieu dans les simples empoisonnements par les substances convulsivantes. On peut donc supposer que l'appareil si extraordinaire des convulsions n'est qu'un épiphénomène, une manifestation, si l'on peut ainsi

parler, par la moelle épinière, du trouble général de l'organisme, comme il arrive dans les asphyxies et les hémorrhagies rapidement mortelles.

» Une première question se pose naturellement : est-ce à quelque altération du sang qu'il convient de rapporter ces troubles étranges? Les analyses relatées dans mes Notes précédentes montrent que la solubilité de l'oxygène dans le sang, qui croît si rapidement avec la pression, entre le vide et 60 centimètres de mercure, n'augmente plus que très-lentement à partir de ce point. Ainsi, en prenant 20 volumes dans 100 volumes de sang artériel comme dose moyenne à la pression normale, l'ensemble de mes analyses m'a donné: à un quart d'atmosphère, 7 volumes; à une demie, 13; à trois quarts, 18; à une atmosphère, 20; à deux, 20,8; à trois, 21,5; à cinq, 22,4; à sept, 23,1; à dix, 23,5.

» Peut-on supposer qu'à des limites un peu plus élevées l'oxygène formerait avec les globules du sang une combinaison plus stable que l'oxyhémoglobine ordinaire, combinaison à laquelle les tissus ne pourraient enlever l'oygène dont ils ont besoin? On se tromperait; car, à peine l'animal a-t-il été ramené à la pression normale que l'excès d'oxygène disparaît de son sang, comme me l'ont prouvé maintes analyses, tandis que les convulsions durent souvent plusieurs heures encore, et que la température du corps continue à s'abaisser. Serait-ce que la substance ainsi formée par la suroxydation du sang persisterait après le retour de l'air, et le sang serait-il ainsi devenu substance toxique? Pas davantage; car j'ai pu impunément injecter à des chiens, rendus préalablement presque exsangues, des quantités considérables de sang ($\frac{1}{19}$ du poids de leur corps) qui venait d'être chargé d'oxygène à la dose mortelle.

» Tout vient donc démontrer que le sang n'est, pour l'oxygène comme pour les autres toxiques, qu'un intermédiaire portant le poison aux tissus, ou tout au moins qu'il n'est empoisonné qu'au même titre que toutes les autres parties du corps. Je suis donc amené à considérer que c'est l'excès d'oxygène dans la profondeur des tissus eux-mêmes qui altère les phénomènes chimiques de la nutrition. Au début de la compression, l'organisme s'imprègne d'oxygène en excès, apporté par le sang, et les accidents apparaissent à un certain degré de sursaturation des tissus. C'est ce qui explique pourquoi, chez les animaux saignés à blanc, les convulsions et la mort apparaissent plus lentement dans l'oxygène comprimé que chez les animaux sains.

» L'apparition des convulsions n'est donc en réalité qu'un épiphénomène, et tient à ce que le système nerveux central est le premier qui soit

vivement impressionné, excité par le brusque changement dans les conditions de la nutrition intime. Il n'est donc pas étonnant que tous les animaux, quelles que soient la composition de leur sang et la structure de leur système nerveux, soient tués par l'oxygène à pression suffisante. Je n'ai parlé jusqu'ici que des Vertébrés aériens, mais les poissons meurent également avec des convulsions quand l'eau contient plus de 10 volumes d'oxygène; d'où il suit, pour le dire en passant, qu'une source d'air qu'une force quelconque ferait jaillir du fond de la mer, par plus de 100 mètres de profondeur, tuerait tout sur son passage, par sursaturation d'oxygène.

» L'action toxique se fait sentir de même sur les Invertébrés; dans l'oxygène comprimé, les insectes meurent plus rapidement que les Arachnides et les Myriapodes, ceux-ci plus que les Mollusques et les vers de terre.

» Les végétaux n'échappent pas à cette règle. Je l'ai indiqué déjà pour les graines; cela est vrai également pour les plantes elles-mêmes : les sensitives périssent rapidement à 6 atmosphères de pression dans l'air ordinaire, à 2 atmosphères dans l'air suroxygéné.

» Et maintenant quelle est la nature générale de l'altération des phénomènes nutritifs sous l'influence de cet excès d'oxygène imprégnant les tissus? Je suis autorisé à dire que la plus évidente manifestation est une diminution dans l'intensité des phénomènes d'oxydation. En effet : 1° si l'on fait respirer un animal dans un certain volume d'air, d'abord à l'état normal, ensuite pendant l'empoisonnement par l'oxygène, on voit qu'il absorbe beaucoup moins d'oxygène, dans un temps déterminé, pendant la seconde période que pendant la première; 2° si l'on analyse les gaz du sang artériel d'un chien qui vient d'avoir des convulsions dues à l'oxygène et qui respire depuis quelque temps à l'air libre, on n'y trouve plus que des quantités extraordinairement faibles d'acide carbonique (25, 20, 15 volumes pour 100 volumes de sang); 3° la proportion d'urée produite s'abaisse considérablement, sous l'influence de l'air comprimé; je l'ai vue tomber chez un chien, dans un cas, de 21 grammes à 16; dans un autre, de 12 grammes à 4, après un séjour de sept heures, à 8 atmosphères.

» Ainsi, très-faible absorption d'oxygène, très-faible production d'acide carbonique et d'urée, diminution, en un mot, de tous les processus chimiques consécutifs à la fixation d'oxygène dans l'organisme, telle est la conséquence de la sursaturation d'oxygène; et, à la suite, vient tout naturellement l'abaissement de la température.

» Les expériences *in vitro* donnent des résultats semblables. J'ai déjà dit que les graines, dans l'air comprimé, absorbent moins d'oxygène qu'à la pression normale, pendant un temps donné. Il en est de même d'un fragment de muscle ou de tout autre tissu isolé du corps : moindre absorption d'oxygène, moindre formation d'acide carbonique.

» Cette diminution dans l'oxydation est à la fois cause et conséquence d'un ralentissement, d'un arrêt même très-remarquable d'actes chimiques nombreux, qui sont dans un rapport de nature intime avec ceux qui se passent au sein des êtres vivants.

» Ainsi, dans l'oxygène comprimé de manière à équivaloir à la tension d'environ 24 atmosphères d'air, la putréfaction de fragments de muscle n'avait pas commencé après huit jours, tandis qu'au bout de quatre jours elle était complète à l'air ordinaire, dans des conditions identiques. Semblablement, de la glycose ajoutée à du sang s'est détruite beaucoup plus lentement dans l'oxygène comprimé qu'à la pression normale. Il en a été de même, bien qu'avec un effet moins marqué, par la transformation en glycose de l'amidon cru, sous l'influence de la salive. Le lait a présenté beaucoup plus lentement l'acidification lactique, l'urine l'alcalinisation du carbonate d'ammoniaque. Le *mycoderma aceti*, semé en quantités égales, dans des vases de formes semblables, à la surface de liquides identiques, ne s'est nullement développé dans l'oxygène comprimé (5 atmosphères, équivalant à 20 atmosphères d'air) et n'a fait que de faibles progrès dans l'air comprimé à 5 atmosphères, ou dans l'oxygène pur à la pression normale, tandis qu'il a rapidement fructifié dans l'air ordinaire à la pression normale.

» En un mot, un grand nombre de phénomènes chimiques du groupe des fermentations, que leur résultat soit une oxydation, un dédoublement, une simple hydratation, sont ralentis, sinon même arrêtés complétement par l'oxygène sous pression. Il n'est donc pas étonnant que les actes nutritifs des animaux et des végétaux soient de même arrêtés et que la mort s'ensuive.

» Mais la diminution dans l'intensité des actes nutritifs ne peut tout expliquer. L'asphyxie lente, les basses pressions barométriques les diminuent aussi, et cependant ne donnent pas des convulsions pouvant durer plusieurs heures, des accidents qui persistent alors même que la quantité d'oxygène absorbée pendant un temps donné est redevenue normale. Les grains d'orge arrêtés par le vide dans leur évolution n'y meurent pas, tandis qu'ils meurent dans l'air comprimé.

» Il y a donc ici, dans les actes physico-chimiques de la nutrition, non-seulement une diminution de quantité, mais aussi une modification de qualité; pour pouvoir aller au delà, pour préciser la nature de ces altérations dans les processus chimiques, il faudrait connaître ceux-ci à l'état normal mieux que nous ne les connaissons aujourd'hui. »

MÉDECINE. — *De l'asthme d'été ou fièvre de foin* (hay asthma, hay fever *des Anglais*) *comme entité morbide*. Mémoire de M. E. DECAISNE. (Extrait par l'auteur.)

« De l'étude que j'ai faite, depuis huit ans, de cinquante et un malades, présentant tous les symptômes plus ou moins accusés de l'affection désignée sous les noms d'*asthme d'été*, *catarrhe d'été*, *fièvre de foin* (*hay asthma*, *hay fever* des Anglais), je crois pouvoir tirer les conclusions suivantes :

» 1° Cette affection attaque indifféremment les individus qui font la récolte du foin et ceux qui restent complétement étrangers à ce genre de travail, ceux qui sont exposés aux émanations des plantes fourragères et ceux qui en sont préservés. En un mot, sans vouloir nier absolument chez un certain nombre de sujets l'influence, dans une certaine mesure, des poussières ou émanations des plantes fourragères comme cause aggravante des accidents, elles ne jouent là, pour moi, qu'un rôle très-secondaire.

» 2° L'ensemble des symptômes de cette maladie se montre en toute saison, à la suite d'insolations et de refroidissements, le corps étant en sueur, et, en particulier, chez les emphysémateux exposés ou non à des poussières ou à des émanations irritantes.

» 3° La périodicité annuelle, dont on a voulu faire un des caractères de la maladie, ne me paraît pas prouvée, la plupart des malades que j'ai observés restant pendant plusieurs années indemnes de tous accidents.

» 4° Quant à la dyspnée, qu'on regarde en général comme un signe pathognomonique de l'asthme de foin, elle n'est pour moi, comme pour quelques auteurs, que l'extension plus ou moins accentuée de l'irritation qui affecte la conjonctive et la muqueuse nasale et pharyngée, comme cela arrive à des degrés divers dans la grippe, sans qu'il soit permis de voir là une variété de l'asthme idiopathique.

5° Je pense que l'affection désignée sous les noms d'*asthme d'été*, *catarrhe d'été*, *fièvre de foin* (*hay fever*, *summer catarrhe* des Anglais) doit être regardée comme une fièvre catarrhale, influencée et modifiée dans ses causes multiples, dans sa marche et selon les aptitudes individuelles, par les con-

ditions atmosphériques qui produisent les affections aiguës des bronches.

» 6° Enfin j'estime que l'asthme dit *d'été* doit être rayé du cadre nosologique comme entité morbide. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Expériences sur le scolex du* Tænia mediocanellata. Note de M. SAINT-CYR, présentée par M. Bouley.

« Trois vers cestoïdes peuvent vivre, on le sait, en parasites dans l'intestin de l'homme : le *Tænia solium*, qui provient du *Cysticercus cellulosæ* du porc; le *Bothriocephalus latus* dont le scolex, d'après les recherches de Bertolus, de Lyon, et de Knoch, de Saint-Pétersbourg, existerait chez les poissons du genre *Salmo;* et le *Tænia mediocanellata*, longtemps confondu avec le *Tænia solium*, dont il a été définitivement distingué par M. Kucheinmester en 1853, et dont il diffère surtout par sa tête, qui est *inerme*, dépourvue de crochets.

» L'histoire de ce dernier helminthe est, d'ailleurs, beaucoup moins complète que celle de son congénère le *Tænia solium*. On sait seulement que M. Leukart, ayant fait prendre à des veaux des œufs de *Tænia mediocanellata*, aurait vu se développer, au bout de peu de temps, une si abondante quantité de cysticerques dans leurs muscles, qu'il en serait résulté une espèce de *ladrerie;* il aurait constaté, en outre, que ces cysticerques avaient déjà, dans les kystes du veau, tous les caractères du *Tænia mediocanellata* adulte.

» D'après cela, les deux Tænias de l'homme, différents comme espèce, auraient une origine distincte : le *Tænia solium* serait produit par l'usage de la viande de porc, le *mediocanellata* par celui de la viande de bœuf ou de veau.

» Les circonstances ayant mis M. Saint-Cyr à même de répéter l'expérience de Leukart, voici les résultats qu'il a obtenus :

» Un jeune élève vétérinaire, ayant servi comme mobile à l'armée du Nord, rendit, après avoir fait usage d'un anthelmintique, un ver rubané, long de plus de 8 mètres, formé d'anneaux très-longs, très-larges et très-épais, et dont la tête était complétement inerme. M. Saint-Cyr y reconnut tous les caractères du *Tænia mediocanellata*, tels qu'ils sont donnés dans l'ouvrage de M. Davaine, et il mit de côté un assez grand nombre de *proglottis* mûrs de ce Tœnia, pour les donner à une génisse. Malheureusement la plupart de ces proglottis furent perdus par l'excès de zèle d'une servante trop soigneuse et l'on ne put en faire prendre que quatre à une génisse de

race charolaise, âgée de six semaines, en très-bon état, et qui était encore au régime lacté exclusif sous sa mère. Cette ingestion eut lieu le 27 juin. Bientôt on vit se développer sous la langue, près du frein, deux petites tumeurs sous-muqueuses, indolentes, dures au toucher, en tout semblables, quoique avec des dimensions moindres, à celles qu'on trouve, dans la même région, chez les porcs atteints de ladrerie.

» Cette génisse ne fut abattue que 224 jours après l'ingestion des proglottis. M. Saint-Cyr l'avait laissée vivre pour permettre aux cysticerques d'acquérir tout leur développement. L'autopsie lui a démontré qu'il avait dépassé le but. Outre les deux tumeurs sous-linguales, neuf autres tumeurs semblables furent constatées dans les parois du cœur; on n'en trouva nulle part ailleurs. Ces tumeurs étaient constituées par des cysticerques, mais ils étaient morts, déjà profondément altérés, la plupart dans un état de *crétification* avancée, si bien qu'il fut impossible d'arriver à leur détermination spécifique rigoureuse; seulement on n'a trouvé aucun vestige de crochets. On avait donc affaire à des cysticerques inermes.

» Le 2 avril suivant, M. Saint-Cyr trouva l'occasion de répéter cette expérience. Un certain nombre de proglottis détachés et d'anneaux encore adhérents, mais mûrs, en tout quarante anneaux, provenant d'un *tænia mediocanellata*, sont donnés à un veau de quatre semaines, soumis au régime exclusivement lacté.

» Dès le 21 avril, on put constater à la face inférieure de la langue, et près du frein, une granulation sous-muqueuse offrant, sous de moindres dimensions, tous les caractères du grain ladrique; cette granulation s'accrut un peu jusqu'au 20 mai, jour où ce veau fut abattu, cinquante-quatre jours après l'ingestion des proglottis.

» A l'autopsie, on trouva vingt cysticerques parfaitement authentiques, disséminés çà et là dans le tissu conjonctif; savoir : deux sous la muqueuse linguale, six le long de l'œsophage, dans la portion cervicale, et les autres dans le tissu conjonctif sous-péritonéal.

» Le ver, entouré de son kyste celluleux, avait à peu près les dimensions d'une petite cerise. Dépouillé de son kyste, qui est assez épais et résistant, il n'a plus que le volume d'un petit pois ou de l'amande du noyau de la cerise. Sa forme est régulièrement sphérique et non ovale, comme celle du cysticerque celluleux du porc. Il est formé d'une membrane propre très-fine, très-transparente, remplie d'un liquide très-limpide. Sur un des points de sa surface existe une petite tache blanche, opaque, percée d'un très-petit pertuis; c'est en ce point que la tête du cysticerque est fixée et inva-

ginée en dedans de la vésicule. Voici ses caractères : tête sensiblement tétragonale, comme tronquée presque carrément à sa partie antérieure. Absence complète de rostellum et de crochets; quatre ventouses très-régulièrement rondes, épaisses et presque terminales; dimensions de la tête dans sa plus grande largeur : $1^{mm}, 20$; diamètre de la vésicule entière : 3 millimètres.

» Ce sont bien là les caractères du *Tænia mediocanellata*. Les cysticerques trouvés chez ce veau, aussi bien que chez celui de la première expérience, sont donc, à n'en pas douter, le résultat du développement des œufs du *Tænia mediocanellata* qui leur ont été donnés.

» Ce cysticerque est spécifiquement différent de celui qui vit chez le porc et qui produit le *Tænia solium*; il en diffère par son volume beaucoup moindre, par la forme sphérique de sa vésicule, et surtout par sa tête, qui est tronquée, tétragonale et dépourvue de crochets.

» Il n'est pas douteux, non plus, que ce cysticerque inerme, introduit vivant dans l'intestin de l'homme, ne s'y développe en tænia, et que telle ne soit l'origine du *Tænia mediocanellata*, encore assez commun dans certaines localités.

» Il est bon de faire remarquer, toutefois, que, d'après les deux expériences qui viennent d'être rapportées, ce cysticerque se développerait en moins grand nombre et vivrait moins longtemps à l'état cystique chez le veau que le cysticerque celluleux chez le porc. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur le mouvement des étamines dans les* Ruta. Note de M. G. Carlet, présentée par M. Decaisne.

« Il y a longtemps qu'on a observé les mouvements qui se passent dans l'androcée des *Ruta* au moment de la fécondation, mais on n'a guère signalé dans ces mouvements que leur existence. La précision pour ainsi dire mathématique avec laquelle ils s'accomplissent peut cependant donner lieu à des considérations intéressantes, au double point de vue de l'Anatomie et de la Physiologie végétales.

» La fleur des *Ruta* est toujours régulière et composée le plus souvent de quatre sépales, de quatre pétales et de huit étamines, dont quatre oppositisépales et quatre oppositipétales.

» La préfloraison de la corolle présente un pétale extérieur, un pétale intérieur, opposé au premier, et deux pétales latéraux recouvrants d'une part et recouverts d'autre part. Quant aux étamines, elles sont disposées de

la manière suivante dans le bouton floral : le pétale intérieur en contient trois, chacun des pétales latéraux deux et le pétale extérieur une seule.

» Quand la fleur s'épanouit, chaque pétale emmène avec lui les étamines qu'il contient dans sa concavité, et, peu de temps après l'épanouissement complet, quelquefois même avant, le mouvement des étamines commence. Or voici comment il s'effectue :

» 1° Les étamines opposées aux sépales se meuvent les premières.

» 2° Elles apportent, *l'une après l'autre*, leurs anthères au-dessus du pistil.

» 3° Elles suivent un ordre de marche qui est toujours le même. Si l'on appelle e_1 l'étamine oppositisépale qui est à droite du pétale extérieur, et e_2, e_3, e_4 les autres étamines numérotées en allant de proche en proche et *de droite à gauche*, l'ordre d'évolution des étamines ne sera pas e_1, e_2, e_3, e_4, mais constamment e_1, e_2, e_4, e_3.

» 4° Chaque étamine oppositisépale, après s'être courbée au-dessus du pistil, revient à sa position initiale, mais seulement après qu'une autre étamine oppositisépale est venue se mettre en contact avec elle. Ainsi l'étamine e_1 s'avancera d'abord seule, mais elle attendra, pour s'en aller, que l'étamine e_2 ait amené son anthère en contact avec la sienne. Quand ce contact aura eu lieu, e_1 partira et e_2 restera au-dessus du pistil, attendant que e_4 soit venue en contact pour s'en aller à son tour. Alors e_4 attendra e_3, puis e_4 d'abord et ensuite e_3 reviendront toutes deux à leur position première.

» 5° L'évolution des étamines oppositipétales ne commence que quand toutes les étamines oppositisépales sont revenues à leurs places respectives. Il y a donc un moment où aucune étamine n'est dressée au-dessus du pistil, et il n'y a jamais contact qu'entre deux étamines de même nom.

» 6° Le mouvement des étamines oppositipétales s'effectue dans le même ordre que celui des étamines oppositisépales, mais en sens inverse. Si l'on appelle e'_1 l'étamine oppositipétale du pétale extérieur et e'_2, e'_3, e'_4 les autres étamines oppositipétales numérotées en allant de proche en proche et *de gauche à droite*, l'ordre d'évolution de ces étamines sera toujours e'_1, e'_2, e'_4, e'_3.

» 7° Il suit de ce qui précède que le mouvement des huit étamines aura lieu dans l'ordre e_1, e_2, e_4, e_3, e'_1, e'_2, e'_4, e'_3.

» 8° Chaque étamine est plus d'une heure à effectuer son mouvement de progression et le contact de deux étamines au-dessus du pistil dure quelquefois près d'une demi-heure. L'évolution de l'androcée tout entier met environ douze heures à s'accomplir.

» 9° Pendant les mouvements de l'androcée, le gynécée ne reste pas en repos. Le style, qui n'est pas visible au moment de l'anthèse, apparaît au niveau des sommets de l'ovaire après le mouvement des étamines oppositisépales.

» Si l'on réfléchit que les étamines sont disposées suivant deux verticilles concentriques, on comprendra facilement que l'extérieur se meuve avant l'intérieur; mais pourquoi le mouvement des étamines s'effectue-t-il dans l'ordre e_1, e_2, e_4, e_3, e'_1, e'_2, e'_4, e'_3?

» Que l'on examine la disposition des feuilles sur la tige de la Rue, et l'on verra que leur arrangement est représenté par la fraction $\frac{2}{5}$. De plus, si l'on observe les fleurs avec quelque attention, on ne tarde pas à découvrir, à côté des fleurs tétramères, des fleurs pentamères dont les pétales offrent, comme les feuilles de la tige, la disposition quinconciale. De la comparaison de ces fleurs quinaires et quaternaires, il résulte clairement que, pour passer des premières aux secondes, il n'y a qu'à supposer que deux étamines se sont soudées en même temps que les pétales et les sépales correspondants. Le pétale extérieur de la fleur tétramère, plus large que les autres, est, en effet, celui qui résulte de la fusion de deux pétales voisins dans la fleur pentamère.

» Que si l'on trouve maintenant cinq lignes partant d'un même point et équidistantes, elles représenteront le diagramme d'un des verticilles staminaux d'une fleur quinaire de Rue. Supposons que ce soit le verticille extérieur et adoptons la notation précédemment employée. En allant de droite à gauche, on rencontrera successivement les lignes e_1, e_2, e_3, e_4, e_5; mais, d'après les lois de la phyllotaxie et de la floraison, l'ordre d'évolution de ces étamines sera e_1, e_3, e_5, e_2, e_4.

» Or, si, comme nous venons de le dire, deux étamines voisines e_1, e_2 se soudent pour former une fleur quaternaire, les cinq lignes vont se réduire à quatre, numérotées de proche en proche (e_1 et e_2), e_3, e_4, e_5, ou, plus simplement, e_1, e_3, e_4, e_5, et l'ordre d'évolution sera, par suite, e_1, e_3, e_5, e_4.

» Si nous remplaçons, dans les deux dernières lignes, les chiffres 3, 4 et 5 respectivement par les chiffres 2, 3 et 4, afin de faire disparaître le chiffre 5, qui ne doit pas se trouver dans un arrangement de quatre objets, les étamines numérotées de proche en proche et de droite à gauche seront e_1, e_2, e_3, e_4, et l'ordre d'évolution deviendra e_1, e_2, e_4, e_3, c'est-à-dire précisément celui que nous avons *constamment* rencontré dans la fleur quaternaire de la Rue.

» Cet ordre de marche, si bizarre au premier abord, n'a donc plus rien qui étonne. On pouvait le prévoir d'après les lois de l'Anatomie et de la Physiologie végétales.

» Il suit de là que la disposition pentamère des fleurs de la Rue est la disposition normale. C'est donc une grave erreur que l'on commet en Botanique lorsqu'on prend pour type de l'espèce, ainsi qu'on le fait si souvent, la forme dominante.

» Il est bon aussi de remarquer que le contact de deux étamines au-dessus du pistil offre un grand avantage pour la fécondation. L'anthère des *Ruta* s'ouvre, en effet, par deux lignes latérales, de sorte que, si une étamine toute seule se trouvait au-dessus du style, elle laisserait tomber son pollen de chaque côté de ce dernier; mais, quand deux anthères viennent à se toucher par le côté, on les voit, par suite du choc, tourner chacune de 90 degrés autour du connectif, et s'appliquer par leurs faces l'une contre l'autre; de cette manière, les lignes de déhiscence deviennent inférieures au lieu d'être latérales; elles sont alors situées directement au-dessus du style, et déversent leur pollen sur le stigmate.

» Ce mouvement des étamines se passe dans les filets et est complétement indépendant des anthères. On peut le démontrer facilement au moyen de l'ablation de celles-ci. On voit alors les filets décapités se mouvoir et s'attendre les uns les autres absolument comme auparavant.

» Sous l'influence des anesthésiques (éther et chloroforme), nous n'avons jamais observé l'ouverture des anthères. Il n'y a donc pas émission de pollen, mais l'évolution des étamines a toujours lieu; on peut la ralentir, mais non l'empêcher. Dans une de nos expériences sur le *Ruta bracteosa*, une étamine, sortie de son pétale le matin du 3 juillet, n'est arrivée au-dessus du pistil que le 6 juillet dans la soirée.

» Enfin ces mouvements s'effectuent plus rapidement au soleil qu'à la lumière diffuse; l'obscurité les anéantit presque complétement. »

La séance est levée à 5 heures. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 11 août 1873, les ouvrages dont les titres suivent :

Intorno alle involuzioni di grado qualunque; Nota del dott. E. WEYR. Napoli, 1872 ; opuscule in-4°.

Sulle curve piane razionali del terz' ordine del dott. E. WEYR. Napoli, 1871 ; opuscule in-4°.

Intorno alle curve gobbe razionali, Memoria del dott. E. WEYR. Praga, 1871; opuscule in-4°.

Sopra la corrispondenza del secondo grado fra due sistemi semplicemente infiniti dell Dr E. WEYR. Milano, 1871; opuscule in-4°.

Nota sopra alcune singolarità di second' ordine delle curve gobbe razionali del Dr E. WEYR. Milano, 1871; opuscule in-4°.

Sopra una certa curva gobba di quart' ordine, Nota del Dr E. WEYR. Milano, 1871; opuscule in-8°.

Intorno all' involuzione cubica nella quale hanno luogo proprietà anarmoniche, Nota di E. WEYR. Milano, 1871; opuscule in–8°.

Sopra le proprietà involutorie d'un esagono gobbo e d'un esaedro completo, Nota del prof. E. WEYR. Milano, 1873; opuscule in-8°.

Bestimmung der Anzahl involutorischer Elementenpaare einförmiger mehrdeutiger Gebilde; von E. WEYR. Berlin, G. Reimer, 1871; opuscule in-4°.

Ueber normalen rationaler Raumcurven; von E. WEYR. Prag, 1871; opuscule in-4°.

Ueber involutionen höherer Grade; von E. WEYR. Berlin, G. Reimer, 1870; in-4°.

(Tous ces ouvrages sont présentés, au nom du docteur E. Weyr, par M. Chasles.)

L'Académie a reçu, dans la séance du 18 août 1873, les ouvrages dont les titres suivent :

Notice nécrologique sur M. Sauvage; par M. DAUBRÉE, Membre de l'Institut. Paris, Dunod, 1873; br. in-8°.

Théorie des fonctions elliptiques; par MM. BRIOT *et* BOUQUET; 2e édition, 1er fascicule. Paris, Gauthier-Villars, 1873; in-4°.

Revue d'Artillerie; 1re année, t. II, 5e liv., août 1873. Berger-Levrault, 1873; in-8°. (Présenté par M. le général Morin.)

Annales des Ponts et Chaussées. Mémoires et Documents relatifs à l'art des constructions, etc.; 1873, avril. Paris, Dunod, 1873; in-8°.

Mémoires et Compte rendu des travaux de la Société des Ingénieurs civils, janvier, février, mars 1873. Paris, Lacroix, 1873; in-8°.

Études sur le goître épidémique; par V. NIVET. Paris, J.-B. Baillière, 1873; in-8°. (Adressé par l'auteur au Concours de Statistique, 1874.)

Les intérêts européens en Asie. La Perse et les Persans. Nasr-Eddin-Schah, le nouvel iran et l'équilibre asiatique; par le Comte DE CROIZIER. Paris, Dentu, 1873; in-8°.

Chemins de fer à fortes rampes, système Galland. Paris, Renou et Maulde, 1873; br. in-8°.

Journal du Ciel. Notions populaires d'astronomie pratique. Astronomie pour tous; par J. VINOT; année 1873. Paris, au Bureau du journal, 1873; in-8°.

Report on the difference of longitude between Washington and Saint-Louis; by W. HARKNESS. Washington, Government printing Office, 1872; in-4°.

Astronomical and meteorological Observations made during the year 1870, *at the United States naval Observatory.* Washington, Government printing Office, 1873; in-4°, relié.

Archivo boliviano. Coleccion de documentos relativos a la historia de Bolivia durante la epoca colonial, con un Catalogo de obras impresas y de manuscritos que tratan de esa parte de la America meridional, publicados por V. DE BALLIVIAN Y ROXAS; tomo I. Paris, A. Franck, 1872; in-8°, relié.

L'Académie a reçu, dans la séance du 25 août 1873, les ouvrages dont les titres suivent :

Journal d'Agriculture de la Côte-d'Or, année 1873, 3e trimestre. Dijon, Darantière, 1873; br. in-8°.

Annales de la Société des Sciences industrielles de Lyon, n° 3. Lyon, Storck, 1873; br. in-8°.

Remarques et observations sur les fractures du crâne; par PINGRENON. Paris, Aubry, 1860; br. in-8°.

*Note sur l'*Amphimoschus ponteleviensis; *par* M. l'abbé BOURGEOIS. Paris, Bouchard-Huzard; br. in-8°, avec planche. (Extrait du *Journal de Zoologie.*)

Tablettes de l'inventeur et du breveté; par Ch. THIRION, Appendice. Paris, chez l'auteur, 1873; br. in-8°.

Recueil des travaux du Comité consultatif d'hygiène publique de France et des actes officiels de l'Administration sanitaire; t. II, 2e partie : *Enquête sur le goître et le crétinisme*, Rapport par le Dr BAILLARGER. Paris, J.-B. Baillière, 1873; in-8°, avec cartes.

La prévision du temps; par ZURCHER *et* MARGOLLÉ. Paris, H. Bellaire, sans date; 1 vol. in-32. (2 exemplaires.)

Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medicin, herausgegeben von C.-B. REICHERT und E. DU BOIS-REYMOND; Jahrgang 1873, n° 1. Leipzig, Veit, 1873; in-8°.

Nuove osservazioni sul terremoto avvenuto in Italia il 12 marzo 1873, e riflessioni sul presentimento degli animali per i terremoti; Nota del prof. A. SERPIERI. Milano, Bernardoni, 1873; opuscule in-8°.

Sul terremoto avvenuto in Italia il 12 marzo 1873; Nota del prof. A. SERPIERI. Milano, Bernardoni, 1873; opuscule in-8°.

Ueber einen neuen mechanischen Satz in Bezug auf Stationäre Bewegungen; von R. CLAUSIUS. Bonn, C. Georgi, 1873; br. in-8°.

Proceedings of the London mathematical Society; nos 56, 57. London, 1873; in-8°.

ERRATA.

(Séance du 11 août 1873.)

Page 435, ligne 17, *au lieu de* centre, *lisez* centres.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 1er SEPTEMBRE 1873,

PRÉSIDÉE PAR M. BERTRAND.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie que le tome LXXV des *Comptes rendus* (2e semestre de l'année 1872) est en distribution au Secrétariat.

ASTRONOMIE. — *Sur les aurores boréales, à l'occasion d'un récent Mémoire de M.* Donati; par M. **Faye**.

« Je m'empresse de m'associer au si juste éloge que M. le Secrétaire perpétuel vient de faire de ce Mémoire (1). C'est par de pareils travaux, bien plutôt que par des hypothèses, qu'on viendra à bout du difficile problème des aurores boréales. Je n'ai point d'études analogues à présenter à l'Académie; je désire seulement appeler son attention sur les conclusions du savant italien. D'après lui, le nœud de la difficulté ne saurait se trouver dans la vieille météorologie; il faut le chercher dans une météorologie nouvelle qu'il appelle cosmique. Voilà assurément une conclusion digne d'attention, surtout lorsqu'elle est présentée à la suite de recherches consciencieuses. L'auteur ajoute que les forces en jeu dans ces phénomènes sont

(1) Voir plus loin la mention de cet ouvrage, faite par M. le Secrétaire perpétuel, à la *Correspondance*, p. 562.

probablement dues à des courants électro-magnétiques allant du Soleil aux planètes et ayant pour véhicule l'éther qui remplit l'espace.

» Avant de recourir à ces courants qui produisent chez nous tant d'effets variés, et particulièrement les beaux phénomènes que M. de la Rive assimile d'une manière si ingénieuse aux aurores polaires, mais dont le caractère cosmique est si douteux, ne serait-il pas prudent de jeter un coup d'œil sur les forces qui agissent réellement dans les espaces interplanétaires? Or ces forces ne se réduisent pas à la seule attraction : il en est une seconde, bien oubliée jusqu'ici, qui détermine sous nos yeux les phénomènes grandioses des comètes. A moins de croire que cette force solaire ne s'exerce que sur ces corps-là qui viennent de temps en temps nous en rappeler l'existence, ne faut-il pas examiner, sauf à recourir plus tard à des forces hypothétiques au moins dans leur mode de transmission à 37 millions de lieues de distance, si son action sur le globe terrestre ne serait pas de nature à produire quelques effets sensibles du genre de ceux dont il s'agit aujourd'hui?

» L'étude des phénomènes cométaires nous montre que les effets de cette force répulsive sont en raison des surfaces et non des masses. Insensibles pour nous sur les corps très-denses, comme le globe terrestre, et même sur la plupart des noyaux cométaires, ils deviennent gigantesques sur la matière réduite à une excessive ténuité. De là les queues immenses de 30, 40, 60 millions de lieues de longueur qui se forment, en quelques jours, aux dépens de la nébulosité des comètes et se dirigent à l'opposite du Soleil, c'est-à-dire en sens inverse de son attraction. Les matériaux raréfiés de ces nébulosités cométaires sont ainsi entraînés à peu près dans le prolongement du rayon vecteur, avec une rapidité extrême, comme s'ils étaient sollicités par une force douze ou quinze fois supérieure à celle de la gravité. L'existence de queues multiples, dont les plus avancées dans le sens du mouvement de l'astre ont souvent une courbure très-faible, prouve que ce rapport peut être encore bien plus grand.

» L'Académie a justement sous les yeux un exemplaire de ces phénomènes dans les intéressants dessins de la comète actuelle que MM. Rayet et André viennent de lui présenter. Il y a plus, l'analyse spectrale nous apprend (et ces mêmes dessins nous en donnent une preuve bien frappante) que ces corps possèdent, en général, deux sortes de lumière : l'une provenant de l'illumination solaire; l'autre propre, caractérisée par les raies brillantes d'un spectre discontinu et provenant de l'incandescence de parties gazeuses.

» La Terre aussi, vue de loin, présenterait les deux spectres : celui de la lumière solaire et, dans la partie obscure, vers les pôles, le spectre discontinu de ses aurores boréales et australes.

» Cette faible incandescence de la matière des comètes est-elle déterminée par la chaleur solaire? Je ne puis le croire, en voyant que ces mêmes rayons sont bien loin de produire chez nous de tels effets; mais je me dis que, si l'on posait un écran en travers de la queue, les particules qui la composent, en frappant cet écran, deviendraient subitement incandescentes. Or le noyau est justement un écran que viennent heurter les molécules antérieures de la nébulosité, tandis que, autour de lui, d'autres molécules non arrêtées par cet obstacle fuient rapidement en arrière et vont former la queue. Il y a donc un double effet produit : les phénomènes de mouvement libre, c'est-à-dire formation de la queue, et les phénomènes de mouvement arrêté par le noyau, c'est-à-dire production locale de chaleur et de lumière.

» Sur notre globe, si différent des comètes, il n'y a que les couches extrêmes de l'atmosphère qui présentent quelque analogie avec ces nébulosités cosmiques. Seules elles pourraient, par leur excessive rareté, donner lieu à quelques-uns de ces phénomènes; je dis quelques-uns, car il ne saurait être ici question de queues terrestres, c'est-à-dire de cette dissémination indéfinie de matériaux dont les comètes nous offrent l'étonnant spectacle. L'attraction supérieure du globe terrestre les retient énergiquement autour de lui; mais, tout en restant des parties intégrantes de notre globe, ils pourraient produire quelques faibles effets de lumière, tout à fait analogues à ceux des comètes, si la force répulsive leur communiquait, en certaines régions, une vitesse assez considérable, laquelle irait s'épuiser brusquement dans d'autres régions de notre globe.

» Les limites de l'atmosphère ne sont pas connues. Si l'on s'en tient aux phénomènes de la réfraction, une quarantaine de kilomètres suffisent largement. Ceux du crépuscule en exigent davantage. Ceux de l'incandescence des étoiles filantes, dans des couches déjà très-rares, ont reporté la limite beaucoup plus loin. La véritable limite doit être au delà, là où notre air, devenu bien plus rare que le vide de nos meilleures machines pneumatiques, se réduit à un milieu comparable sans doute, en fait de densité, aux nébulosités cométaires sur lesquelles la force répulsive du Soleil s'exerce si largement.

» Considérons cette limite extrême. Il est peu probable qu'elle soit sphérique, comme une surface de niveau ordinaire. Déjà les couches im-

portantes de l'atmosphère, celles dont le baromètre nous indique les affections, présentent, aux deux pôles, un minimum de pression bien caractérisé et des maxima qui ne coïncident pas du tout avec l'équateur. En outre, elles s'étendent rapidement en hauteur, ou se resserrent inégalement, suivant la répartition des températures et les radiations qui leur viennent soit du Soleil, soit du sol échauffé le jour et refroidi la nuit. Il doit en être de même, à plus forte raison, de ces couches extrêmes que nous considérons ici. Elles subissent, en outre, du côté du Soleil, côté où elles doivent s'élever le plus, une certaine action répulsive, qui se traduit centralement par une faible pression, et sur les bords par un mouvement. Je me représente donc la couche limite de l'atmosphère (dont la température doit être partout assez éloignée du zéro absolu), comme ayant une forme assez complexe et surtout fluctuante : plus élevée du côté du Soleil que du côté opposé, mais avec une courbure moindre, et présentant surtout, comme les couches inférieures, mais à un degré bien plus marqué, une dépression vers chaque pôle du côté de la nuit, là où le sol et les couches inférieures rayonnent le moins vers le ciel.

» Cela posé, considérons sur les bords de l'hémisphère tourné vers le Soleil l'action de la force répulsive. Les parties superficielles, réduites à une rareté excessive, obéiront à son action ; elles seront chassées tangentiellement et finiront par acquérir une vitesse notable au bout d'une heure ou deux. Arrivées à la dépression voisine des pôles, elles ne trouveront plus de résistance : lancées dans le vide, elles le franchiront, mais iront plus loin, en vertu de la forte courbure que l'attraction prépondérante du globe terrestre imprime à leurs trajectoires. Elles rencontreront, dis-je, avec une vitesse croissante, la surface limite de l'atmosphère au delà de la dépression, et si leur vitesse peut ainsi s'élever à quelques centaines de mètres par seconde, le choc incessant de ces particules mobiles contre les particules fixes, situées plus ou moins profondément, donnera lieu à une production de lumière tout aussi bien que le choc de masses bien plus considérables. La faible illumination qui en résultera pour nous, dans une région limitée et mobile du ciel, aura le caractère propre à l'incandescence gazeuse.

» Ce phénomène ne se produira pas également tout autour du globe terrestre. Dans les régions un peu éloignées des pôles, il n'y a pas de vaste dépression à franchir : les molécules du bord de l'hémisphère éclairé rencontreront dans tout leur trajet l'obstacle d'une couche continue et ne pourront acquérir la même vitesse qu'aux pôles. Si donc il y a ainsi production de

lumière, ce sera, en général, vers les pôles seulement et surtout au pôle actuellement privé de lumière solaire.

» Si nous nous reportons à la grande aurore dont M. Donati s'est occupé, n'oublions pas que c'est un phénomène tout exceptionnel par son étendue et qui accuserait une disposition pareillement exceptionnelle dans les couches extrêmes. Ces exceptions sont très-rares, tandis que les aurores ordinaires sont très-fréquentes. Elles apparaissent presque chaque jour dans les régions voisines des pôles. Quand on songe à ces manifestations lumineuses teintées de rouge, de jaune et de vert, qui se produisent régulièrement et en même temps aux deux bouts de la Terre, dans les plus hautes régions, sous forme de bandes parallèles et mobiles dont la simple perspective produit de si singuliers effets, on est peu porté à y voir des orages silencieux d'électricité ordinaire, ou des jeux de courants électromagnétiques tournant autour d'un aimant, et moins encore l'effet de courants mystérieux qui nous viendraient de 37 millions de lieues à travers un espace vide de tout milieu pondérable. Un phénomène si constant, si familier, dirai-je, doit avoir une cause également persistante et régulière comme celle dont je viens de parler.

» Mais je ne prétends en aucune façon que telle soit la cause véritable des aurores polaires. Mon unique but est de montrer, à l'occasion de l'intéressant Mémoire que M. Élie de Beaumont vient de nous présenter, qu'outre les causes mystérieuses qu'on est trop porté peut-être à invoquer, il y a, en dehors de l'attraction newtonienne, une force cosmique bien réelle, nullement hypothétique, qui doit jouer quelque rôle dans notre météorologie, et qui se rattache fort simplement au Soleil lui-même, et particulièrement à l'état périodiquement variable de sa surface. »

BOTANIQUE. — *De la théorie carpellaire d'après des Amygdalées ;* par M. A. Trécul.

« Les Amygdalées sont signalées comme donnant de beaux exemples à l'appui de la théorie des feuilles carpellaires. On a surtout cité, comme un retour à l'état foliaire primitif, la transformation du pistil du Merisier et du Cerisier à fleurs doubles en feuille.

» Mais de ce qu'un pistil peut se changer en un organe foliacé ou en une feuille véritable, on ne saurait conclure que le carpelle était d'avance constitué par une feuille. Ainsi que je le disais dans ma dernière Communication, pour admettre la réalité de la transformation de la feuille en

carpelle, il faudrait que l'on trouvât la structure de la feuille dans la jeunesse du carpelle. Comme c'est toujours la structure du carpelle qui est ébauchée dans le jeune âge, on n'a pas de raison pour soutenir que le carpelle soit une feuille modifiée.

» La métamorphose du pistil du Cerisier en feuille va précisément nous fournir la preuve que le carpelle n'était point originairement de nature foliaire; mais, avant d'examiner la modification qu'il a subie, il importe de constater quelle est la structure normale du carpelle dans le Cerisier et dans les autres Amygdalées. Nous pourrons alors, en toute sécurité, déduire de cette métamorphose les conclusions auxquelles elle conduit réellement.

» Des coupes faites sur le pédoncule du Cerisier, de l'Amandier, de l'Abricotier, un peu au-dessous de la fleur, y montrent ordinairement dix faisceaux; dans le Pêcher, il y en a souvent douze ou treize, irrégulièrement disposés. Où il y a dix faisceaux, cinq sont saillants et les autres rentrants. Tous se prolongent dans le réceptacle cupuliforme, sur lequel s'insèrent les sépales, les pétales et les étamines. Je n'en dirai rien de plus aujourd'hui. Au fond de ce réceptacle, il émane, d'entre les dix faisceaux du sommet du pédoncule, des faisceaux d'abord très-grêles, au nombre de dix ou douze à vingt, qui s'étendent à peu près horizontalement ou plus ou moins obliquement, en convergeant vers le centre, où ils forment un cercle : ce sont les faisceaux destinés à l'ovaire. En montant vers celui-ci, ils s'arrangent en ellipse orientée de manière que son grand axe est dirigé de l'avant à l'arrière du carpelle. A la base de l'ovaire, l'ellipse vasculaire s'ouvre en fer à cheval sur la face antérieure; mais, un peu plus haut, cette ouverture est plus ou moins dissimulée par l'apparition de quelques faisceaux auprès de la commissure. Cette disposition est commune à toutes les Amygdalées que j'ai étudiées. A partir de là, il survient dans le jeune fruit des différences considérables, suivant les genres.

» On peut remarquer déjà combien cette insertion du carpelle, qui reçoit des faisceaux de tout le pourtour de la tige, diffère de celle de la feuille normale, dont les trois faisceaux du pétiole n'embrassent que les deux cinquièmes de la circonférence.

» Tout le cylindre fibrovasculaire qui termine l'axe pénètre donc dans l'ovaire; mais tous les faisceaux qui montent du pédoncule dans cet ovaire n'ont pas des dimensions égales. Dans la jeunesse et souvent jusque dans l'âge le plus avancé, on en remarque trois principaux, qui ont une position particulière : ce sont le dorsal et les deux faisceaux situés dans le voi-

sinage de la commissure du pistil. Ces deux derniers représentent assez bien ce que, dans les *Ranunculus*, j'ai appelé les faisceaux placentaires. Je n'ose pas ici leur donner cette qualification, parce qu'ils ne sont pas les seuls qui existent auprès de la commissure. En outre des deux faisceaux ovulaires, insérés au bas de ces deux faisceaux principaux et de la commissure, et qui, en montant dans la substance du noyau jusque auprès du haut de la loge, où ils entrent dans la graine et dans l'ovule non fécondé, émettent chacun un ou deux rameaux, qui sortent obliquement du noyau et vont s'unir dans le parenchyme aux faisceaux voisins (*Prunus acuminata*, *claudiana*, *Amygdalus campestris*), il y a parfois d'autres faisceaux qui partent aussi de la base de l'ovaire, et qui montent soit à la surface du noyau (*Cerasus*), soit à travers le tissu parenchymateux externe.

» Le faisceau dorsal et les deux faisceaux principaux sont les premiers apparents, et sont toujours couchés à la surface du noyau, plus ou moins enfoncés dans un sillon creusé dans celui-ci, et quelquefois en partie recouverts par des cellules scléreuses. Ces trois faisceaux portent des rameaux qui prennent une part plus ou moins grande à la formation du réseau péricarpien.

» Ne pouvant, dans ce résumé, entrer dans de grands détails histologiques, je me borne à l'indication des principaux traits de la structure du pistil et du fruit. Je dirai donc tout simplement que c'est vers l'apparition de ces premiers faisceaux dans certaines espèces, ou un peu après, dans quelques autres, que se dessinent les deux zones cellulaires qui doivent constituer le noyau et le tissu charnu ou pulpeux.

» La paroi de l'ovaire est donc partagée, vers l'époque de la fécondation, ou peu après, en deux régions : l'une interne, formée par un tissu incolore, sombre, ordinairement délimitée du côté de la loge par quelques rangées de cellules plus claires, constitue l'ébauche du noyau; l'autre, externe, contient de la chlorophylle, au moins vers sa surface; elle devient bientôt plus ou moins verte dans ses parties les plus profondes, si elle n'a déjà cette couleur.

» La délimitation de ces deux tissus, et la position qu'y occupe la première série des faisceaux, divisent tout de suite en deux catégories les jeunes fruits des Amygdalées. Chez les *Amygdalus amara*, *dulcis* et *persica*, les premiers faisceaux sont enclavés dans le tissu sombre du jeune noyau, aussitôt que ses contours sont dessinés ; tandis que dans les *Cerasus*, *Prunus* et *Armeniaca*, la première série des faisceaux latéraux est répartie à peu près vers le milieu de l'épaisseur du parenchyme externe souvent déjà vert.

Le faisceau dorsal et les deux principaux antérieurs sont seuls couchés à la surface du tissu sombre incolore (*Cerasus*), ou plus ou moins plongés en lui; ce tissu incolore enserre même ordinairement le dorsal dans les *Prunus* et *Armeniaca*.

» Parmi les Amygdalées mentionnées ici les *Cerasus* ont la structure la plus simple. Dans les jeunes fruits verts des *C. Mahaleb*, *Padus*, *cornuta*, *avium*, *Chamœcerasus, semperflorens*, *juliana* et *caproniana*, il apparaît de chaque côté de la loge, entre le dorsal et les deux principaux antérieurs, qui tous les trois restent couchés sur le noyau, une série de faisceaux ou plutôt un réseau qui décrit une courbe dans la partie moyenne du parenchyme externe vert et plus tard pulpeux. La constitution de ce réseau est aisément dévoilée à la maturité, quand les cellules superficielles naturellement désagrégées peuvent être enlevées avec facilité. Le petit fruit du *C. Mahaleb* donne des préparations particulièrement favorables à cette démonstration, parce qu'elles peuvent être conservées. On enlève avec précaution, à l'aide d'un scalpel, le tissu cellulaire qui couvre le réseau, et on laisse sécher le reste du fruit. Comme le parenchyme placé sous le réseau est peu épais, il se dessèche promptement. Les faisceaux formant le réseau sont alors appliqués en saillie sur la surface durcie, où se distinguent avec netteté les plus petites nervures. On reconnaît que les faisceaux principaux antérieurs et le dorsal l'emportent de beaucoup sur les autres faisceaux qui, comme eux, montent du sommet du pédoncule. Ces plus petits faisceaux ne prennent qu'une part assez faible à la formation du réseau; ils n'en constituent que la partie inférieure des deux côtés, en s'unissant avec les rameaux des trois autres. Le reste du réseau est produit par des rameaux insérés de chaque côté de la nervure médiane, et *par des rameaux* PLUS FORTS *insérés sur les deux faisceaux antérieurs.* Ces deux sortes de rameaux arrivent en conjonction soit directement, soit par leurs subdivisions; ils sont en outre reliés entre eux par des nervures plus délicates. C'est donc cet ensemble qui compose l'élégant réseau mis à nu. Il en est de même dans les *C. juliana*, *caproniana* et *semperflorens;* mais, dans ces dernières espèces, il y a plus d'uniformité dans le volume des rameaux.

» Ce n'est pas tout : dans ces espèces à gros fruit, il part çà et là, de la face interne des faisceaux formant le réseau, des rameaux qui s'étendent radialement vers le noyau sans l'atteindre. Ces faisceaux, que M. Cave a signalés dans la cerise, dans la prune et dans l'abricot, n'existent pas ou sont à peu près nuls dans le *C. Mahaleb,* où je n'ai vu que de légères proéminences.

» Pendant la maturation, pendant la production de ces faisceaux rayonnants, toutes les parties du fruit s'accroissent; mais dans le parenchyme charnu, qui plus tard devient pulpeux, l'accroissement se fait différemment à la surface et à l'intérieur. Le parenchyme extérieur au réseau s'accroît plus sensiblement parallèlement à la surface du fruit qu'en profondeur; toutes les cellules y ont un diamètre à peu près égal dans les trois dimensions. Au contraire, le tissu placé entre le réseau vasculaire et le noyau s'accroît bien davantage radialement; ce qui fait que le réseau, qui d'abord était à peu près à mi-chemin de la surface du fruit au noyau, se trouve relativement plus rapproché de la périphérie à mesure que la maturation avance.

» Dans le fruit des *Prunus acuminata* et *domestica* (Monsieur, reine-Claude, mirabelle, etc.), le système vasculaire est plus compliqué que celui des cerises. En outre, les faisceaux qui montent du pédoncule, et qui sont interposés au dorsal et aux principaux antérieurs, prennent une part bien plus grande à la composition du réseau. On peut les suivre très-haut dans le péricarpe, à l'intérieur duquel ils se ramifient, comme il va être dit tout à l'heure. Cependant le faisceau dorsal et les principaux antérieurs sont couchés, comme dans la cerise, dans un sillon du noyau, où ils sont parfois en partie recouverts de cellules scléreuses; mais les rameaux qu'ils produisent n'enlacent point par leurs ramules la plus grande partie des faces latérales; assez courts, ces rameaux vont s'unir à ceux des faisceaux voisins, qui montent du pédoncule.

» Voici l'ordre dans lequel apparaissent les faisceaux de la prune. Dans l'ovaire de la fleur épanouie du *P. domestica*, il y a déjà, outre les trois faisceaux primordiaux, un cercle de faisceaux plus grêles et plus externes qu'eux, répartis dans la région moyenne du parenchyme vert. Il en est de même dans un ovaire récemment fécondé du *P. triloba*. Dans le *P. acuminata*, il manquait quelques faisceaux formant le segment de cercle situé en dehors des deux faisceaux principaux antérieurs, mais cette lacune ne tarde pas à être comblée. Bientôt après, d'autres faisceaux apparaissent à l'extérieur du premier cercle, et parfois quelques-uns, bien rares, naissent en dedans de ce cercle. Tous ces faisceaux secondaires ne sont que des rameaux de ceux du premier cercle, et tous sont reliés avec eux et entre eux, de façon à présenter une réticulation dans tous les sens. Enfin, dans un âge plus avancé, pendant l'accroissement radial du parenchyme interne, des rameaux rayonnants souvent anastomosés entre eux et fréquemment bi-

furqués, s'étendent des faisceaux du cercle primitif à la surface du noyau, où ils se terminent en cœcum parmi les petites cellules incolores de la surface de celui-ci; mais, aux approches de la maturité, les cellules succulentes internes croissent radialement avec une telle vigueur, qu'elles écartent du noyau les extrémités des faisceaux rayonnants. Ces cellules succulentes internes deviennent souvent fusiformes et ont assez fréquemment 1 millimètre, $1^{mm},50$ et jusqu'à $2^{mm},38$ de longueur (*P. acuminata, claudiana*, etc.).

» Les fruits des *Armeniaca vulgaris* et *dasycarpa* ont à peu près la structure de la prune; ils présentent seulement une réticulation notablement plus complexe. Vers l'époque de la fécondation ou peu après, il naît de même, après les trois faisceaux primordiaux, un cercle de faisceaux nombreux et rapprochés, au milieu du parenchyme déjà vert. Un peu plus tard, il apparaît une autre série de faisceaux plus faibles en dedans de ce cercle, et une troisième en dehors. Ces faisceaux se multiplient encore à mesure que le fruit grossit, et des faisceaux rayonnants se manifestent auprès du noyau. Il résulte de tout cela un ensemble réticulé dans tous les sens, plus compliqué que celui des *Prunus domestica* et *acuminata*.

» Le fruit des *Amygdalus* présente un développement bien différent de celui de la prune et de la cerise. En effet, dans les *Amygdalus*, les faisceaux ne se multiplient qu'à l'extérieur des faisceaux du premier cercle, qui restent les plus internes, tandis que, dans les prunes et les abricots, il s'en développe en dehors et en dedans de ce cercle, et dans les cerises à gros fruits seulement des faisceaux rayonnants apparaissent en dedans.

» Une coupe transversale, prise vers le milieu de la hauteur de l'ovaire, dans la fleur épanouie de l'*A. campestris*, montre le faisceau dorsal et les deux faisceaux principaux antérieurs en partie plongés dans le tissu sombre de l'ébauche du noyau. De chaque côté de la loge, entre le dorsal et les deux faisceaux antérieurs, quelques faisceaux plus faibles commencent à paraître au contact même de cette ébauche du noyau, et non plus, comme dans les *Cerasus, Prunus* et *Armeniaca*, au milieu du parenchyme vert. Plus tard, il apparaît à l'extérieur de cette première série de faisceaux, dans le parenchyme vert, une autre série de faisceaux plus grêles que les premiers. Ces deux séries concentriques restent nettement dessinées jusqu'à la maturité; seulement quelques faisceaux d'union se montrent entre elles sur les coupes transversales. De plus, les faisceaux de la série interne qui, au début, étaient contigus au tissu incolore, ébauche du noyau, sont un peu plus tard entourés par le parenchyme vert. Il résulte de cette dis-

position des faisceaux internes en dehors du noyau que celui-ci ressemble à un noyau de cerise, de prune ou d'abricot. Je ne parle que pour mention du fait bien connu de la liquéfaction gommeuse des cellules allongées qui accompagnent les vaisseaux, transformation signalée dans le fruit de plusieurs Amygdalées.

» Dans une fleur de Pêcher on trouve, à l'insertion même du pistil, qu'environ douze faisceaux entrent dans la base de l'ovaire. Le dorsal et les deux antérieurs sont beaucoup plus forts que les autres. En montant dans l'ovaire, les faisceaux sont de moins en moins développés. Pourtant, près de la base de la loge, on remarque déjà, dans le tissu sombre qui compose en grande partie cette région, des linéaments translucides qui annoncent une ramification naissante; mais plus haut, vers le milieu de la hauteur de l'ovaire, on n'aperçoit encore que le dorsal et les antérieurs, avec quelques faisceaux intermédiaires, qui se dessinent à peu près en même temps que se délimitent les contours de l'ébauche du noyau. Quelques jours après la fécondation, le tissu qui doit constituer le noyau se distingue du parenchyme environnant par l'absence de matière verte. Il enserre la série de ces premiers faisceaux, et de ceux-ci partent des rameaux qui se relient à d'autres faisceaux plus jeunes, répandus dans le tissu vert extérieur, où ils forment déjà un réseau compliqué. Les plus externes de ces faisceaux sont les moins avancés dans leur développement et peuvent être encore dépourvus de vaisseaux.

» Dès ce jeune âge le réseau a déjà, par la distribution de ces faisceaux, l'aspect qu'il aura à la maturité; mais, dans la jeunesse, le tissu incolore qui forme l'ébauche du noyau entoure complétement les faisceaux internes; ce n'est que lorsque l'induration des cellules nucléaires commence que s'accusent les sillons au fond desquels sont étendus les faisceaux internes. Ce phénomène est dû, comme on sait, à ce que les cellules qui recouvrent ces faisceaux ne s'épaississent pas, ou ne le font qu'à certaines places où ces faisceaux sont tout à fait enclavés dans le noyau. Dans l'Amandier, au contraire, toute la couche du tissu incolore qui représente l'ébauche du noyau dans la jeunesse subit la modification scléreuse, de façon que les faisceaux internes sont de toutes parts enfermés par elle.

» Malgré quelques particularités que présente l'évolution de ce fruit, l'ensemble des phénomènes, en ce qui concerne le système vasculaire, étant assez semblable à ce qui s'observe dans la pêche, je n'ajouterai rien de plus, l'espace ne me permettant même pas d'indiquer sommairement

l'évolution et la structure du noyau des Amygdalées, sur lesquelles je reviendrai dans une autre occasion.

» Tous les faits qui précèdent, en particulier l'insertion de l'ovaire, qui reçoit circulairement les faisceaux de tout le cylindre fibrovasculaire du sommet de l'axe, prouvent que le pistil et le fruit ne résultent point de la modification d'une feuille. Cela est si évident que les plus développées des feuilles normales ne reçoivent que trois faisceaux de la tige, et ces trois faisceaux n'embrassent que les deux cinquièmes de la circonférence du système fibrovasculaire.

» Voyons maintenant si la transformation du pistil en feuille est plus favorable à la théorie. Si le carpelle a été dans le premier âge une feuille ébauchée, quand cette feuille rudimentaire, au lieu de devenir un pistil, se développe en feuille, elle doit avoir la constitution d'une feuille normale. Ce n'est pourtant pas une telle feuille qui se développe dans la fleur double du *Cerasus multiplex;* c'est un organe foliacé dont la structure rappelle bien plus la constitution du carpelle que celle de la feuille. Et puis une feuille normale de Cerisier est longuement pétiolée. Après avoir supposé que le pistil est une feuille, il faut faire une deuxième hypothèse : il faut admettre que c'est une feuille incomplète, une feuille non pétiolée. Si nous supposons que le pétiole ne s'est pas développé, ce qui reste doit représenter la jeune lame, et celle-ci doit avoir la nervation d'une feuille normale.

» Rien de cela n'a lieu. La feuille ordinaire du Cerisier a, de chaque côté de la nervure médiane, de nombreuses nervures latérales pennées, unies entre elles par de petites nervures transverses. Dans le carpelle devenu foliacé, il en est autrement. Cette apparente feuille, qui est dentée dans sa partie inférieure dilatée et enroulée sur elle-même, il est vrai, reçoit de tout le pourtour du sommet de l'axe plusieurs faisceaux qui, en se répandant dans la base de la lame, prennent une disposition à peu près digitée. Il y a, comme dans l'ovaire, trois faisceaux principaux, qui s'étendent de la base à la partie supérieure de l'organe, c'est-à-dire, un médian et deux latéraux. Ces deux derniers représentent assurément les deux faisceaux principaux antérieurs de l'ovaire. Ils émettent une ou deux branches sur leur côté marginal, dans la partie inférieure élargie de la lame. Il existe, en outre, près de chaque bord de cette lame, ou au moins d'un côté, un faisceau plus faible qui monte aussi du pédoncule. Il est vraisemblablement l'équivalent du faisceau grêle couché sur le noyau près de la commissure. On observe encore, entre le médian et les deux latéraux princi-

paux, quelques fascicules infiniment plus petits, qui montent aussi de l'axe, et que l'on reconnaît comme les homologues des fascicules qui sont de chaque côté à la base du réseau de la cerise. Les faisceaux principaux de cette prétendue feuille sont reliés entre eux par des nervures transverses, qui donnent lieu à un réseau comparable à celui qui existe dans le carpelle ou dans le fruit. Cet organe foliacé représente si peu la structure d'une feuille normale que, dans la partie supérieure, constituant la région sous-stigmatique, l'organe s'élargit, la nervure médiane se trifurque, et chacune des deux branches qu'elle produit se divise en deux près du sommet, ce que le prolongement de la nervure médiane fait aussi là de nouveau. De plus, les deux grandes nervures latérales, qui sont venues de la base de ce pistil foliacé, se bifurquent de même, et l'une des branches au moins se divise une deuxième fois. Ce n'est pas tout encore : sur la base de la face interne de ce carpelle transformé, on retrouve souvent le jeune tissu sombre qui devait constituer le noyau.

» N'est-il pas évident que cet organe foliacé ne peut être assimilé aux feuilles ordinaires du Cerisier, et que, loin de prouver que le carpelle soit une feuille modifiée, il démontre au contraire que, dès son début, le carpelle a une structure qui lui est propre? »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

GÉOLOGIE. — *Losange saharien du réseau pentagonal, dressé en projection gnomonique sur l'horizon de son centre, pour un rayon de sphère de* $0^{m},55$. Mémoire de M. **A. Pomel.** (Extrait adressé par l'auteur à M. Élie de Beaumont.)

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« Mes études géologiques sur l'Algérie et mes recherches sur la structure générale du Sahara m'ont conduit à dresser une carte en projection gnomonique sur un horizon commode pour l'étude des grandes lignes stratigraphiques du nord-ouest de l'Afrique.

» J'ai naturellement choisi l'horizon du point H du Sahara, qui est le centre d'un losange remarquable du réseau pentagonal. Cette projection met en évidence une foule de coïncidences singulières qui vous intéresseront certainement.

» Je réclame votre indulgence pour les nombreuses imperfections du tracé géographique, pour lequel je n'ai pas toujours été en possession de

documents suffisamment précis; il sera facile d'y suppléer par l'examen de cartes plus détaillées.

» L'échelle est le quart de celle d'une épure complète d'un triangle élémentaire du réseau pentagonal, comprenant tous les cercles des catégories usitées, également en projection sur l'horizon d'un point H, de manière à permettre la détermination, à première vue, d'un cercle quelconque que l'on aurait besoin de construire. Il n'est plus nécessaire de passer de suite par la série fastidieuse des calculs de triangles sphériques, et c'est pour les recherches un avantage inappréciable. Cette épure, encore manuscrite, n'est que la copie fidèle de celle dressée par M. Pouyanne en projection sur l'horizon d'un point D.

» Permettez-moi, Monsieur, de vous offrir une première épreuve de ce travail et de vous prier d'en offrir un exemplaire à l'Académie des Sciences, qui a toujours fait un accueil bienveillant aux Communications que j'ai eu l'honneur de lui adresser. »

GÉOLOGIE. — *Études sur les filons du Cornouailles. Parties riches des filons; structure de ces parties et leur relation avec les directions des systèmes stratigraphiques.* Mémoire de M. **Moissenet**. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« Les mines d'étain, de cuivre et de plomb argentifère du Cornouailles et du Devonshire ont acquis, depuis un demi-siècle surtout, un développement considérable, tant par la découverte de nouveaux districts que par la poursuite en profondeur de filons anciennement exploités.

» Les alluvions d'étain, source première de la prospérité minérale du Cornouailles, n'ont plus qu'un intérêt historique. La recherche de l'étain dans les filons y fit découvrir le cuivre; et, dès l'an 1600, les minerais de ce métal étaient expédiés dans le pays de Galles.

» Les fondeurs gallois ont basé leur puissant monopole sur l'abondante production des mines des deux comtés; mais, depuis quelques années, en même temps que s'accroissait la production du Chili, celle des mines anglaises s'est amoindrie.

» Ainsi la période de richesse est finie pour les Devon Great Consols (près Tavistock) et les plus vastes mines de cuivre du vieux district de Gwennap, après avoir dépassé 550 mètres de profondeur, sont actuellement abandonnées.

» En revanche, et malgré les fluctuations dans sa valeur marchande,

l'étain a été extrait en quantités croissantes; ni Banca, ni l'Australie, ne semblent devoir briser de sitôt cette branche vivace de l'industrie minérale de l'ancien monde.

» Ces variations récentes dans la masse des produits, étain et cuivre, du Cornouailles résultent surtout d'une modification fort intéressante qui s'est manifestée dans un grand nombre de filons.

» Certains chapeaux de fer (*gossan*) avaient été de temps immémorial exploités pour étain oxydé; ce minerai fut regardé comme un indice particulièrement favorable de la présence du cuivre sous les affleurements ferrifères.

» Un phénomène inverse est constaté aujourd'hui.

» Dans la plupart des mines du riche district de Camborne et Redruth, par exemple, le cuivre, activement exploité, s'est trouvé, à son tour et dans les mêmes filons, remplacé par l'étain. La mine de Dolcoath eut le mérite de l'initiative; après avoir occupé un des premiers rangs dans la production du cuivre, elle est en tête de la liste des mines d'étain. L'évolution dans la composition du gîte s'est effectuée vers 300 à 350 mètres, dans une zone de pauvreté relative, où se trouvaient mélangés les minerais des deux métaux; ensuite le cuivre a disparu et l'étain n'a pas cessé de régner seul, à la profondeur actuelle de 625 mètres.

» La multiplication et l'extension des travaux de mines ont détruit d'anciens préjugés, mais mieux encore ont confirmé, en les éclairant, d'utiles et précieuses traditions. Recueillies par de savants observateurs, ces remarques devront servir à constituer des règles pratiques propres à guider le mineur dans la recherche des *parties riches* des filons.

» Avec l'aide des données scientifiques de la Géologie, il me semble possible de *relier* la plupart des observations déjà faites dans le Cornouailles et d'entrer dans la voie qu'a tracée M. Élie de Beaumont, lorsqu'il montre comment la *rose des directions* servira à coordonner les traditions des divers pays de mines, et lorsqu'il dit excellemment (1):

« De là naîtra une science agrandie, où il restera beaucoup moins de mystères, science en partie nouvelle et presque complétement expérimentale, dont l'introduction dans les mines ne tardera pas à devenir une question d'utilité publique. »

» S'il est aujourd'hui admis que la formation des districts métallifères n'est qu'une manifestation locale de phénomènes généraux et que les groupes, ou systèmes de filons, à peu près parallèles, peuvent être rappro-

(1) *Rapport sur les progrès de la Stratigraphie en France*, p. 559 (1869).

chés, quant à leur orientation, de certains systèmes stratigraphiques, ces notions n'ont eu jusqu'ici pour les mineurs du Cornouailles qu'un intérêt spéculatif.

» Ils ne sauraient, à juste titre, s'en préoccuper que s'ils sont mis à même de reconnaître, dans leurs travaux, les effets directs de ces phénomènes; alors, mieux que bien d'autres, ils s'empareront d'une science profitable.

» J'ai antérieurement avancé (1) que, dans le Cornouailles, on pouvait suivre avec fruit l'action des systèmes anciens jusque *dans le détail de la construction d'un filon*.

» C'est cette proposition dont j'aborde ici le développement. Je m'appuie sur les observations que j'ai pu faire à diverses reprises, de 1855 à 1866, et, de préférence, sur les travaux considérables des géologues anglais, notamment le beau Mémoire de M. Robert Were Fox, *On mineral veins*, les Notes d'un habile praticien, feu M. Charles Thomas, et surtout les admirables documents consignés par mon ami, M. William Jory Henwood, dans ses *Metalliferous deposits* (1843 et 1871).

» Je décris les modes de structure que les parties riches affectent, dans le plan du filon : grandes colonnes couchées, colonnes inclinées, amas, etc. J'indique les principaux caractères qui accompagnent la richesse et j'insiste sur ceux qui se montrent indépendants de la nature du métal. J'arrive aux énoncés suivants :

» I. Les parties du filon dont l'inclinaison s'approche le plus de la verticale sont les plus productives.

» II. Les parties riches sont ordinairement, dans le Cornouailles, encaissées par le terrain de dureté moyenne.

» III. Le plus souvent les bandes ou colonnes métallifères du filon plongent dans le même sens que les terrains encaissants.

» IV. Les parties riches sont fréquemment *orientées selon la direction du système* stratigraphique auquel se rapporte *la fracture initiale du filon*, dans la région soumise à l'observation.

» Les richesses des filons peuvent être utilement classées sous deux titres : parties riches normales, parties riches accessoires.

» La structure et la position des parties riches normales dans le plan du filon se rattachent directement au mode de fracture initiale.

---

(1) *Comptes rendus*, t. LV, p. 759, séance du 17 novembre 1862.

» Les caractères généraux énoncés ci-dessus deviennent *absolus* quand il s'agit des parties riches normales.

» Il y a intérêt à distinguer, pour chaque système de fracture, les deux groupes naturels de fentes : Fc plongeant en sens contraire du terrain ; Fa plongeant dans le même sens.

» Les allures de ces fentes, dans un terrain donné, dépendent grandement des éléments angulaires;

i = inclinaison du terrain ;

α = angle formé par la *direction* qui a relevé les strates, et par la *direction du système de fracture* auquel est due la fracture initiale.

» Le mineur qui a déterminé les valeurs de i et de α pour un filon donné, dans un terrain donné, peut s'aider du calcul et de la Géométrie pour l'étude des détails de construction du filon.

» Tout en me référant à quelques exemples tirés de plusieurs districts miniers de l'Angleterre, c'est au Cornouailles seul que j'applique les déductions précédentes; j'évite toute généralisation prématurée. »

PHYSIQUE. — *Note sur la bobine de Siemens;* par M. **A. Pellerin.**

« La bobine de Siemens a pour principal inconvénient de donner lieu, dans les machines où elle est employée, à un développement considérable de chaleur, et, dès lors, à une dépense correspondante de travail perdu pour l'objet qu'on se propose.

» Il est probable que l'origine de la majeure partie de cette chaleur est dans les courants d'induction qui se développent, par le mouvement, dans la masse métallique continue formant le noyau de la bobine.

» On éviterait la production de ces courants en formant le noyau de disques de *fer doux isolés.* Ainsi seraient empêchés les courants parallèles à l'axe de rotation, les seuls qui puissent se produire d'après la loi de Lenz, puisque, seuls, existant en sens inverse, ils pourraient déterminer la rotation.

» Quant à l'assemblage de ces disques en une masse suffisamment solide, il n'y a là qu'une difficulté de construction qui ne semble pas insurmontable. On pourrait, par exemple, les traverser à 90 degrés des échancrures, recevant les fils par deux tiges d'acier, aussi minces que possible, isolées l'une de l'autre et des disques. »

M. A. **Sarrand** adresse une Note relative à deux remèdes qu'il propose contre le Phylloxera. Les remèdes proposés par l'auteur consistent dans l'emploi de l'alun ou du soufre en poudre, qu'on introduira au pied des ceps, dans des trous pratiqués avec le plantoir ou de toute autre façon.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. **Lecoq de Boisbaudran** adresse une Note relative aux ravages produits par le Phylloxera.

(Renvoi à la Commission.)

M. A. **Brachet** adresse la suite de ses recherches sur les perfectionnements à apporter au microscope.

(Renvoi à la Commission du prix Trémont.)

M. L. **Hugo** adresse divers documents relatifs à des polyèdres antiques conservés dans les collections des Départements. L'auteur appelle, en particulier, l'attention des archéologues sur une Lettre qui lui est adressée par M. *Deloye*, et qui signale la présence au musée Calvet, à Avignon, de deux polyèdres présentant quatorze faces assez irrégulières.

(Commissaires précédemment nommés : MM. Bertrand, Roulin.)

M. F. **Teinturier** adresse un Mémoire portant pour titre « Les merveilles du Ciel et de la Terre ».

Ce Mémoire sera soumis à l'examen de M. Faye.

M. W. **Nylander** prie l'Académie de retirer du Concours du prix Thore le travail sur les Lichens des Pyrénées-Orientales qu'il lui avait adressé pour ce Concours.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, le premier numéro du tome I des « Mémoires de l'Observatoire royal d'Arcetri ».

Ce numéro contient un Mémoire de M. *Donati*, imprimé en italien et relatif au mode de propagation des phénomènes lumineux de la grande aurore polaire, observée dans la nuit du 4 au 5 février 1872. M. le Secré-

taire perpétuel appelle, en particulier, l'attention de l'Académie sur le mode de discussion qu'a employé M. Donati, en comparant les heures locales du phénomène, constatées par les agents diplomatiques italiens en diverses stations, et les différences de longitudes, en temps, de ces diverses stations (1).

ASTRONOMIE. — *Observation de la planète* (133), *et de la comète de M. Borrelly.* Lettre de M. STEPHAN à M. Le Verrier.

« Marseille, 24 août 1873 (2).

» Vous avez bien voulu me transmettre la dernière dépêche de l'*Inst. Smith.*, annonçant la découverte de la planète (133); le jour même, ainsi que les deux suivants, j'ai pu observer le nouvel astre.

» Je prends la liberté de vous adresser ces trois positions, en y joignant les deux premières observations de la comète de M. Borrelly, et avec prière de donner le tout aux *Comptes rendus* dans la séance de demain.

1873.	Temps moyen de Marseille.	Asc. droite de (133).	l(par. × Δ).	Dist. polaire de (133).	l(par. × Δ).	Étoiles de comp.	Observ.
	h m s	h m s		° ′ ″			
Août 19.	14.10,39	23. 0.38,20	$\bar{1}$,079	92.43.30,6	—0,8059	*a*	Stephan
20.	12.36,48	22.59.56,30	—$\bar{2}$,682	92.45.30,7	—0,8069	*b*	»
21.	13.29,15	22.59. 6,67	$\bar{2}$,775	92.47.41,7	—0,8073	*c*	»

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1873,0.

	Noms des étoiles.	Grand.	Asc. droite.	Dist. polaire.	Autorités.
			h m s	° ′ ″	
a...	1237 W. (*a.c*) H. XXII.	9ᵉ	22.59.26,99	92.46.22,7	Catalogue de Weisse.
b...	»	9ᵉ	22.58.54,69	92.45.32,8	Rapp. à 1237 W$_1$ H. XXII.
c...	3 W. (*a.c*) H. XXIII.	8ᵉ-9ᵉ	23. 2.31,10	92.56.36,7	Catalogue de Weisse.

Comète III, 1873 (Borrelly).

1873.	Temps moyen de Marseille.	Asc. droite de la comète.	l(par. × Δ).	Dist. polaire de la comète.	l(par. × Δ).	Étoiles de comp.	Observ.
	h m s	h m s		° ′ ″			
Août 20.	15.43.40	7.27. 1,57	—$\bar{1}$,744	51.15.46,5	—0,6509	*a*	Borrelly
21.	14.54.14	7.28.20,02	—$\bar{1}$,736	52.13.26,5	—0,6299	*b*	Stephan

---

(1) Voir la Communication faite par M. Faye dans cette même séance, aux *Communications des Membres*, p. 545.

(2) M. Le Verrier, en transmettant cette Lettre, fait remarquer qu'elle lui a d'abord été renvoyée à la Bastide-du-Haut-Mont (Lot), où il s'occupe, avec MM. les officiers d'état-major, de questions géodésiques : le retard qu'elle a subi ne lui a pas permis de la renvoyer lui-même à l'Académie, de manière qu'elle pût parvenir avant la séance du 25 août.

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1873,0.

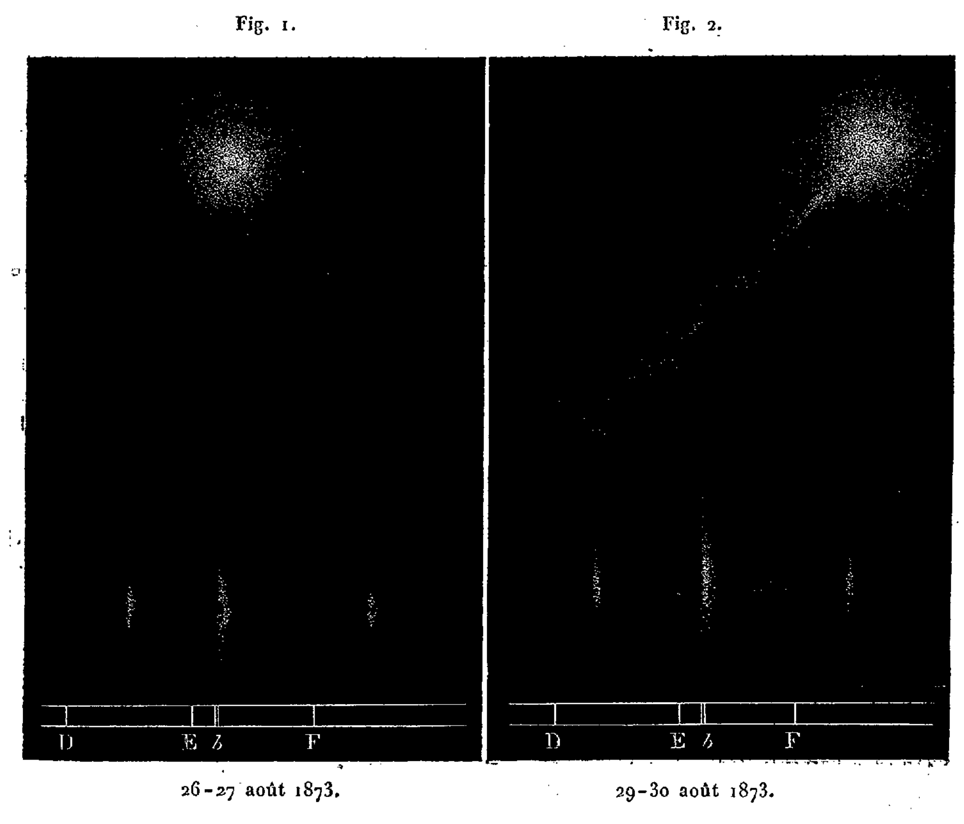
	Noms des étoiles.	Grand.	Asc. droite.	Distance polaire.	Autorité.
a...	887 W₂ H. VII..	6ᵉ	7ʰ.31ᵐ.41ˢ,82	51°.22′. 1″,6	Weisse, nouveau catalogue.
b...	684 W₂ H. VII..	8ᵉ	7.24.55,79	52.24.14,6	»

» La comète est assez brillante, ronde, avec une condensation nucléaire presque centrale. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur les changements de forme et le spectre de la comète* 1873, IV. Note de MM. G. Rayet et André.

« La comète télescopique découverte le samedi 23 août, par MM. Paul et Prosper Henry, dans la constellation du Lynx, a, depuis les premiers jours, augmenté rapidement de grandeur et d'éclat; comme elle s'approche du Soleil, on peut supposer qu'elle deviendra peut-être visible à l'œil nu.

Fig. 1. Fig. 2.



26-27 août 1873. 29-30 août 1873.

» Le 23, jour de la découverte, la comète avait une forme circulaire avec une condensation lumineuse au centre; condensation à partir de la-

quelle l'intensité de la lumière allait en décroissant d'une manière continue et régulière. Son diamètre était d'environ 3 à 4 minutes d'arc.

» Du 23 au 26, le ciel a été très-nuageux ou couvert.

» Dans la nuit du 26 au 27, le temps s'est trouvé fort beau et nous avons pu examiner l'astre avec des grossissements assez forts. L'apparence de la comète est représentée par la *fig.* 1. Son diamètre était de 6 minutes environ et elle avait conservé sa forme circulaire avec une condensation de lumière très-vive en son centre : il n'y avait aucune trace de noyau ou d'enveloppes successives. La physionomie de l'astre était identique à celle de l'amas de la constellation d'Hercule, dans une lunette dont le pouvoir optique serait insuffisant pour le résoudre en étoiles. L'éclat du noyau central était comparable à celui d'une étoile de 7e grandeur.

» Le spectre de la comète était composé des trois bandes lumineuses ordinaires (*fig.* 1). La première dans le jaune, à peu près au milieu entre D et E; la deuxième tout au voisinage de *b*; la troisième au delà de F. Il n'y avait pas trace de spectre continu, s'étendant entre les diverses lignes lumineuses.

» La ligne du vert était de beaucoup la plus brillante et paraissait avoir une longueur double de celle des deux autres; nettement terminée du côté rouge, elle devenait diffuse vers le violet. Les lignes du jaune et du bleu avaient une intensité à peu près égale.

» La comète a été observée, pour la seconde fois, dans la nuit du 29 au 30 août.

» Son diamètre se trouvait alors beaucoup augmenté : il atteignait près de 8 minutes, et il s'était formé une queue assez large, longue de près de 25 minutes, dirigée à l'opposé du Soleil et inclinée d'environ 47 degrés sur la direction du mouvement diurne (*fig.* 2).

» La tête de la comète avait conservé sa forme ronde, et l'éclat du noyau central s'était accru jusqu'à celui d'une étoile de 6e grandeur. La queue, peu lumineuse au moment où elle se détachait de la nébulosité de la tête, prenait ensuite un certain éclat et disparaissait enfin en devenant de plus en plus pâle.

» La tête de la comète donnait toujours un spectre composé de trois bandes lumineuses, mais traversé cette fois par un très-faible spectre continu. L'éclat de l'astre ayant augmenté, l'observation spectrale a pu être faite avec une fente relativement étroite, et la bande du vert a pris alors une physionomie plus nette; sur une partie de sa longueur elle était ter-

minée des deux côtés en ligne droite, tout en restant toujours plus brillante du côté du rouge. L'éclat des lignes jaune et bleue avait également un peu augmenté. »

GÉOLOGIE COMPARÉE. — *Sur la forme des mers martiales comparée à celle des océans terrestres.* Note de M. STAN. MEUNIER.

« Au moment où l'attention des observateurs est dirigée vers la planète Mars, je crois intéressant de soumettre à l'Académie une remarque relative à cet astre, remarque qui confirme la théorie déjà développée de l'évolution sidérale.

» On sait que, à ce point de vue, Mars se présente comme un globe actuellement plus âgé que le globe terrestre, et offrant, dès maintenant, des conditions que celui-ci ne présentera que dans un avenir très-éloigné. Une foule de considérations appuient cette donnée, et, parmi elles, la minceur de l'atmosphère et le peu d'étendue des océans par rapport aux surfaces océaniques.

» Le fait que je veux signaler aujourd'hui concerne la forme des mers martiales comparée à celle des mers terrestres. J'y vois un nouveau signe de la vétusté relative de Mars, car il paraît évident que nos mers prendront sensiblement les mêmes contours que celles de Mars, lorsqu'elles auront suffisamment diminué de volume, à la suite de leur absorption progressive par le noyau solide.

» La forme des mers de Mars est décrite dans les termes suivants, par M. Proctor, l'un des observateurs contemporains les plus actifs et les plus précis :

« Un des traits les plus remarquables de la planète Mars, dit-il, consiste dans le grand nombre des passes longues et étroites, et des mers en *goulots de bouteille* (bottle necked). Cette disposition diffère essentiellement de tout ce que l'on connaît sur la Terre. Ainsi la passe d'Huggins est un long courant fourchu, beaucoup trop grand pour qu'on puisse le comparer à aucune rivière terrestre. Il s'étend sur 3000 milles anglais environ, et joint la mer d'Airy à celle de Maraldi. La passe de Bessel est presque aussi longue. Un autre canal, que les cartes désignent sous le nom de Nasmyth est encore plus remarquable : commençant près de la mer de Tycho, il coule vers l'est, parallèlement à elle et à celle de Beer, puis se courbe brusquement vers le sud et, s'élargissant alors, forme le fond de la mer de Kaiser. »

» Or, si l'on prend une carte marine, telle que celle de l'océan Atlantique boréal, et que l'on trace les courbes horizontales successives pour des profondeurs de plus en plus grandes, on reconnaît que ces courbes tendent

progressivement à limiter des zones dont la forme est de plus en plus allongée. A 4000 mètres, par exemple, on obtient des formes comparables, de tous points, à celles des mers de Mars qui viennent d'être citées.

» Il en résulte que, si l'on suppose l'eau de l'Atlantique absorbée par les masses profondes actuellement en voie de solidification, de façon que le niveau de cet océan s'abaisse de 4000 mètres, on aura à la fois une bien moins grande surface recouverte par l'eau et une forme étroite et allongée de la mer, c'est-à-dire exactement les conditions que présente Mars.

» J'ai cru ne pas devoir négliger cette confirmation d'idées, précédemment émises, et que j'ai eu tout récemment l'occasion de développer à nouveau, dans les Leçons de Géologie comparée professées au Muséum d'Histoire naturelle. »

La séance est levée à 6 heures un quart. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 1er septembre 1873, les ouvrages dont les titres suivent :

Des races dites berbères *et de leur ethnogénie; par* J.-A.-N. PERIER. Paris, A. Hennuyer, 1873; br. in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

Météorologie forestière et agricole comparée; année 1872, 7e Rapport. Paris, 1873; in-8°.

Losange saharien du réseau pentagonal dressé en projection gnomonique sur l'horizon de son centre pour un rayon de sphère de 0,55; *par* A. POMEL. Paris, imp. Becquet; 1 feuille grand aigle.

Y a-t-il des faunes naturelles distinctes à la surface du globe, et quelle méthode doit-on employer pour arriver à les définir et les limiter; par A. PREUDHOMME DE BORRE. Sans lieu ni date; br. in-8°. (Extrait des *Annales de la Société entomologique de Belgique.*)

R. Istituto di Studi superiori di Firenze, Memorie del R. Osservatorio ad Arcetri; t. I, n° I. Firenze, Lemonnier, 1873; in-4°.

Reale Accademia dei Lincei. Sulle variazioni del diametro del Sole in cor-

rispondenza al vario stato di attività della sua superficie; Nota del prof. L. RESPIGHI. Sans lieu ni date; br. in-4°.

Jahrbuch über die Fortschritte der Mathematik, etc.; dritter Band, Jahrgang 1871. Berlin, G. Reimer, 1873; in-8°.

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PAR L'ACADÉMIE PENDANT LE MOIS D'AOUT 1873.

Annales de Chimie et de Physique; septembre 1873; in-8°.

Annales de l'Agriculture française; août 1873; in-8°.

Annales de l'Observatoire météorologique de Bruxelles; n° 3, 1873; in-4°.

Annales du Génie civil; août 1873; in-8°.

Annales industrielles; n°s 32 à 35, 1873; in-4°.

Association Scientifique de France; Bulletin hebdomadaire, n^os^ des 3, 10, 17, 24, 31 août 1873; in-8°.

Bibliothèque universelle et Revue suisse; n° 188, 1873; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine de Belgique; n°s 6 et 7, 1873; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique; n°s 6 et 7, 1873; in-8°.

Bulletin des séances de la Société entomologique de France; n°s 8 et 9, 1873; in-8°.

Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale; août et septembre 1873; in-4°.

Bulletin de la Société de l'Industrie minérale; t. II, 2e liv., 1873; in-8° avec atlas in-fol.

(*La suite du* Bulletin *au prochain numéro.*)

ERRATA.

Page 527, lige 12, *au lieu de* M. C. BEURMANN, *lisez* M. C. BAUMANN.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 8 SEPTEMBRE 1873,

PRÉSIDÉE PAR M. BERTRAND.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie que le tome XLVIII des *Mémoires de l'Académie des Sciences* est en distribution au Secrétariat.

CHIMIE AGRICOLE. — *Cinquième Note sur le guano;* par M. E. Chevreul.

« J'ai signalé, dans une première Note sur le guano, une matière cristallisable, que j'ai provisoirement désignée par la lettre *c*, laquelle se dissout dans l'eau avec le carbonate d'ammoniaque effervescent. Dans la quatrième Note, j'ai montré que cette matière est un sel ammoniacal; aujourd'hui j'ai toutes les raisons de croire que c'est un oxalate neutre d'ammoniaque; j'en aurai bientôt la certitude absolue, ayant réduit le sel en azotate d'ammoniaque, présentant des aiguilles de 3 à 4 centimètres de longueur, et en un acide cristallisant en aiguilles prismatiques de 5 à 6 centimètres. Ce produit est assez pur et assez beau pour que je puisse me prononcer définitivement sur sa nature. Si je ne le fais pas aujourd'hui, c'est que j'ai tiré d'un troisième échantillon de guano, d'une couleur brune et mate, en partie pulvérulent et en partie faiblement agrégé, un sel

ammoniacal, qui paraît être de l'oxalate neutre et qui cependant se présente dans le lavage aqueux sous une forme prismatique, un peu différente de celle de l'oxalate du guano blanc et du guano en pierre.

» Je rappelle que Vauquelin a reconnu l'acide oxalique dans le guano, que lui avait donné M. de Humboldt.

» *Guano d'une couleur brune et mate.* — Ce guano, qu'un agriculteur a jugé devoir être de mauvaise qualité, à cause de sa couleur, qui lui semblait une indication de mouillure, m'a présenté un fait bien curieux : c'est que, en ayant traité 100 grammes par 100 grammes d'eau et en ayant réitéré le lavage cinq autres fois, puis en ayant fait trois nouveaux avec 200 grammes d'eau chaque fois, après ces lavages, le guano n'était point épuisé de son carbonate d'ammoniaque, le résidu mouillé ramenait encore au bleu le papier rouge de tournesol.

» La fixation d'une matière soluble, comme l'est le carbonate d'ammoniaque, persistant malgré ces lavages, prouve la nécessité de prendre en considération cette attraction exercée par la surface des solides sur des corps qui peuvent être solides, liquides ou gazeux. Ne perdons pas de vue que, reconnue de 1809 à 1820, cette *attraction* ou *affinité*, que j'ai qualifiée de *capillaire*, est la cause immédiate d'une foule d'actions que présentent l'économie de la nature et celle d'un grand nombre d'arts et la teinture notamment. Le rôle qu'elle joue en agriculture, relativement aux sols et aux engrais, est considérable; elle se manifeste à un haut degré dans les terres argileuses, les terres calcaires et, conséquemment, les marnes, et n'oublions pas la force avec laquelle le charbon retient des sulfures alcalins.

» Le carbonate d'ammoniaque, que présente le guano d'une couleur brune et mate, est sans doute effervescent avec l'eau, mais il ne manifeste pas cette propriété avec une intensité comparable à celle du guano blanc et du guano en pierre.

» Enfin j'ai tout lieu de soupçonner dans l'extrait aqueux un ou plusieurs acides volatils, odorants, indépendamment de l'acide avique.

» Le *phosphate de chaux* existe dans le guano à un état remarquable d'union avec une matière organique azotée et brune; il existe dans cet engrais en pierre dans la partie que l'eau froide ne dissout pas. Les expériences que je viens de faire, grâce à des débris d'oiseaux qui se trouvent dans le guano, débris dont je suis redevable à M. Barral, m'ont vivement intéressé, après avoir suivi la manière dont les os disparaissent dans les oiseaux que nous offrent les gisements de l'engrais aujourd'hui en exploitation.

» Les oiseaux dont j'ai observé les restes semblent n'avoir plus d'os tant ils sont aplatis et *roulés* sur eux-mêmes, si cette expression m'est permise.

» Ce qui est remarquable, c'est la conservation de leur peau, de leur bec, de leur trachée-artère, des membranes de leurs ailes, de leurs pattes palmées; il existe encore des débris de plumes, mais ils sont rares.

» La peau et toutes les parties extérieures sont couvertes de petits cristaux qui rappellent une salaison sèche. Ces cristaux appartiennent à du carbonate et à de l'oxalate d'ammoniaque.

» Un oiseau m'a présenté à l'intérieur, au lieu d'intestins, une agglomération de guano ammoniacal en aiguilles longues et peu consistantes.

» Fait remarquable : des peaux macérées dans l'eau se sont gonflées et m'ont présenté une structure superficielle qui a dû être celle de l'oiseau vivant. J'ai trouvé une membrane élastique vraiment curieuse. Je réserve ces détails pour un travail prochain.

» Quant au phosphate de chaux, voici ce que la partie osseuse d'un oiseau m'a présenté :

» Les os étaient réduits en fragments irréguliers, anguleux plutôt qu'arrondis, depuis le volume de 1 à 2 centimètres cubes jusqu'au volume de 1 millimètre cube, de couleur orangeâtre brune.

» Un fragment chauffé a donné un sublimé ammoniacal et un résidu conservant la forme de la matière chauffée même avec le contact de l'air. Il m'a présenté le tissu spongieux de l'os, et s'est dissous pour ainsi dire sans effervescence dans l'acide azotique; la solution précipitée par l'ammoniaque m'a présenté un phosphate de chaux gélatineux qui, bien lavé, a conservé sa forme, et, mis alors avec de l'azotate d'argent, a produit du phosphate tribasique jaune serin.

» Mais le fait remarquable, c'est que ces fragments d'os n'ont aucune cohésion; il suffit de les triturer avec une baguette de verre dans une capsule de platine avec un peu d'eau pour les réduire en flocons orangés. L'eau se colore et, fait remarquable encore, par la concentration, elle est sensiblement acide et tient en solution une quantité sensible de phosphate de chaux.

» Je me borne à citer ces faits et à les ajouter à ceux dont j'ai parlé relativement à l'action des agents atmosphériques et terrestres; ils sont certainement d'une grande importance pour la théorie de l'efficacité du guano en agriculture et pour la théorie des engrais en général. »

VITICULTURE. — *Note sur les observations de M.* Lecoq de Boisbaudran *relatives à l'apparition du Phylloxera dans les vignobles de la Charente;* par M. **Milne Edwards**.

« Dans sa dernière séance, l'Académie a renvoyé à mon examen divers échantillons de racines de vigne que M. Lecoq de Boisbaudran lui avait adressés comme étant *probablement* attaqués par le Phylloxera. Agissant avec une prudence digne d'éloges, cet observateur avait désiré ne donner aucune publicité à son opinion jusqu'à ce que l'exactitude en eût été reconnue par des naturalistes, et, par conséquent, la Lettre dont il accompagna l'envoi de ces pièces ne fut pas insérée aux *Comptes rendus;* mais aujourd'hui il ne convient pas de garder le silence à ce sujet, car la présence du Phylloxera sur les racines en question est indubitable.

» Voici donc la Lettre de M. Lecoq de Boisbaudran, datée de Cognac le 29 août 1873:

« J'ai l'honneur d'adresser à l'Académie plusieurs échantillons de racines de vigne attaquées par un insecte qui me paraît n'être autre que le Phylloxera (1); ces racines ont été recueillies dans le vignoble situé sur la rive droite de la Charente en face de la ville de de Cognac. Voici dans quelles circonstances j'ai été amené à faire l'observation.

» Ce matin, 29 août, je fus prévenu de la part de M. Thibaud, propriétaire à Crouin (2), qu'il existait en plusieurs points de ses vignes des espaces sensiblement circulaires, de 2 à 6 mètres de rayon, dans lesquels les ceps avaient mal poussé et étaient à peine couverts de feuilles jaunes, quelquefois recroquevillées, ce qui contrastait singulièrement avec l'aspect vigoureux qu'ils offraient l'an passé. M. Thibaud, qui avait souvent lu la description des ravages faits par le Phylloxera, ajouta que, soupçonnant cet insecte d'être la cause du mal, il me priait d'aller examiner ses vignes avec lui. Ayant fait arracher quelques ceps jaunis, nous pûmes constater que leurs racines étaient pourries et presque entièrement dépourvues de radicelles. Il y avait peu ou point d'insectes sur les petites racines, mais beaucoup sous la grosse écorce des principales racines et du tronc, à une petite distance au-dessus du niveau du sol. L'examen des ceps voisins, en apparence bien portants, montra les radicelles chargées de renflements et fourmillant d'insectes.

» Nous parcourûmes ensuite plusieurs autres vignes adjacentes; les racines des ceps jaunis y furent toujours trouvées pourries avec insectes sous la grosse écorce, tandis que les ceps voisins, verts encore, avaient leurs radicelles garnies de renflements et d'insectes.

» Les ceps jaunis ne sont pas seulement distribués en cercles plus ou moins réguliers, il y en a d'épars isolément au milieu de vignes d'aspect magnifique, mais néanmoins infestées d'insectes, comme on s'en est assuré en déchaussant des ceps éloignés de 10 mètres environ

---

(1) D'après les descriptions que j'en ai lues, car je n'ai pas eu l'occasion de voir le Phylloxera du Midi.

(2) A environ 1500 mètres de Cognac.

de tout pied jauni. Dans un seul plantis de très-belle apparence, il n'a été trouvé ni insectes, ni renflements sur les radicelles.

» En nous rapprochant de Cognac, nous avons rencontré, à 500 mètres de la ville, un propriétaire occupé à faire arracher des vignes qui présentaient l'aspect le plus désolant; les racines des plants arrachés étaient couvertes d'insectes partout où elles n'étaient pas déjà pourries.

» Un fait important à noter, c'est que le propriétaire des vignes détruites (jardinier de profession) m'a affirmé que le mal, *dont il ignorait la cause*, avait commencé il y a trois ans au moins, et avait fait, depuis lors, des progrès de plus en plus rapides.

» Les terrains explorés aujourd'hui présentent d'assez notables différences de composition; ainsi l'insecte s'est montré avec abondance: 1° dans un sol argilo-sableux de 10 centimètres de profondeur recouvrant un sous-sol formé d'une épaisse couche d'argile; 2° dans une terre du même genre, mais plus meuble et plus profonde; 3° dans un sol sableux assez léger; c'est dans ce dernier terrain que se trouvent les vignes les plus malades.

» Dans la terre forte, l'insecte se trouvait aussi bien sur les racines plongées dans le sol supérieur, relativement meuble, qu'à 20 centimètres au-dessous du niveau de l'argile compacte.

» Tous les terrains visités sont placés sur des pentes plus ou moins prononcées; ce sont des vignes de colline et non de plaine basse. Les expositions sont les unes à l'ouest-nord-ouest, les autres au sud-est.

» Les divers cépages paraissent être également attaqués, tels sont le charles (noir), le balzac (noir), la folle blanche, la folle noire.

» Je compte explorer maintenant les autres vignobles de nos environs et en particulier ceux des terrains crayeux de la rive gauche de la Charente. »

» La Commission du Phylloxera n'a pu se réunir cette semaine, par suite de l'absence de la plupart de ses Membres, mais j'ai pensé qu'il n'y avait pas de temps à perdre, et, de concert avec le Bureau de l'Académie, j'ai engagé notre jeune collaborateur, M. Maxime Cornu, à se rendre immédiatement à Cognac, afin d'étudier sur place le mal signalé par M. Lecoq de Boisbaudran et d'y faire, d'une manière méthodique, l'essai des divers moyens préconisés par les viticulteurs pour la destruction du Phylloxera. M. Cornu partira demain et adressera à la Commission les résultats de ses observations. »

GÉOMÉTRIE. — *Note sur le nombre des points d'intersection que représente un point multiple commun à deux courbes planes, lorsque diverses branches de la première sont tangentes à des branches de la seconde;* par M. DE LA GOURNERIE.

« 1. La solution du problème qui fait l'objet de cette Note est utile dans un grand nombre de questions, notamment lorsqu'on veut appliquer à deux

courbes ayant à l'infini des points multiples communs avec des tangentes communes la formule donnée par M. Chasles pour déterminer le nombre des points d'intersection qui sont à distance finie.

» Les méthodes ordinaires se prêtent peu à des investigations de ce genre, car, sauf dans des cas simples, elles ne permettraient d'obtenir l'ordre des différents contacts que par des calculs pénibles (*). Je me propose de montrer que les opérations deviennent, au contraire, faciles lorsque l'on remplace l'équation de chaque courbe par les équations caractéristiques des différentes branches qui se croisent au point multiple commun, suivant une méthode que j'ai fait connaître, en 1869, dans un Mémoire inséré au *Journal de Mathématiques pures et appliquées*.

» Je vais exposer sur un exemple la marche à suivre, en considérant deux courbes du septième ordre ayant deux points multiples communs avec tangentes communes, l'un à l'origine des coordonnées, l'autre à l'infini.

Les deux courbes sont

$$(1)\quad S=(x+1)y^4+x^2(x^2-2)y^3-x^3y^2+2x^5y-x^7=0,$$

$$(2)\quad S'=(x-1)y^4-x^2(x^2-2)y^3-x^2(x^2-2x-1)y^2-2x^4y+x^6=0,$$

ou, en appelant u le rapport $\frac{y}{x}$,

$$(1\ bis)\quad S=(x+1)u^4+x(x^2-2)u^3-xu^2+2x^2u-x^3=0,$$

$$(2\ bis)\quad \left\{\begin{aligned} S'=(x-1)u^4-x(x^2-2)u^3-(x^2-2x-1)u^2\\ -2xu+x^2=0.\end{aligned}\right.$$

» 2. *Recherche des équations caractéristiques des branches qui se croisent à l'origine.* — La courbe S possède quatre branches tangentes à l'origine à l'axe des abscisses. Lorsque x est infiniment petit, l'équation (1 *bis*) donne pour u quatre valeurs infiniment petites qui correspondent à ces branches. Pour déterminer leurs grandeurs principales, on peut ne conserver dans les coefficients des diverses valeurs de u que le terme de l'ordre le moins élevé en x, et même, dans l'équation ainsi réduite, supprimer le terme $-2xu^3$, qui disparaît devant $-xu^2$, quel que soit l'ordre de u par rapport à x.

(*) *Voir* sur ce sujet les observations présentées par M. Painvin dans le *Bulletin des Sciences mathématiques*; mars 1873.

» L'équation (1 *bis*) devient alors

$$(3) \qquad u^4 - xu^2 + 2x^2u - x^3 = 0.$$

Les valeurs de u qui satisfont à cette équation sont données par

$$A = u^2 - x = 0, \quad B_1 = u^2 - 2x + x^2 = 0.$$

On voit, en effet, que, lorsque l'on suppose u de l'ordre $\frac{1}{2}$, les deux derniers termes de l'équation (3) disparaissent devant les premiers, et que ceux-ci s'annulent si l'on admet l'équation A. De même, quand u est du premier ordre, le premier terme de l'équation (3) disparaît, et les autres se détruisent en vertu de la relation B_1.

» La branche A présente à l'origine un rebroussement du premier ordre. L'équation B détermine pour u deux valeurs égales à x; afin de savoir si elle correspond à deux branches osculatrices ou à un rebroussement du second ordre, il faut prendre dans (1 *bis*) les termes les plus rapprochés par leur ordre de ceux qui donnent ces valeurs, et y attribuer à u sa grandeur principale x (*). On trouve

$$B = u - x \pm \sqrt{-x^3} = 0.$$

» En opérant d'une manière analogue pour la seconde courbe, on obtient

$$A' = u \pm 1 = 0, \quad B' = u - x \pm \sqrt{-2x^3} = 0.$$

» Ainsi la courbe S' possède à l'origine un point quadruple formé par deux branches simples qui se croisent, et un rebroussement du second ordre ayant l'axe des abscisses pour tangente de rebroussement.

» 3. *Détermination du nombre des points que les courbes ont en commun à l'origine.* — Je vais maintenant prendre les intersections à l'origine des branches élémentaires des deux courbes.

» Chacune des branches simples A' détermine deux points sur les branches à rebroussement A et B. Nous avons ainsi *huit points*.

» Pour comparer les équations B et B', je les mets en coordonnées ordinaires

$$B = (y - x^2)^2 + x^5 = 0, \quad B' = (y - x^2)^2 + 2x^5 = 0,$$

(*) Il n'est utile d'avoir la valeur B que parce que la courbe S' a une branche B' ayant un rebroussement du second ordre et un même rayon de courbure que B. Sans l'existence de la branche B', l'équation B serait suffisante.

et je pose

$$\Sigma = B' - B = x^5 = 0.$$

» Les vingt-cinq intersections de Σ avec B sont les mêmes que les vingt-cinq de B avec B′; or Σ se compose de cinq fois l'axe des ordonnées, et cet axe rencontre la branche B en deux points à l'origine, donc les branches B et B′ ont *dix points* communs à l'origine.

» En opérant d'une manière analogue pour les branches A et B′, on trouve *six points*.

» Les deux courbes S et S′ ont donc *vingt-quatre* points d'intersection réunis à l'origine.

» Le procédé qui m'a donné le nombre des points communs aux branches B et B′ est imité de la méthode ingénieuse et sûre employée par M. Painvin pour déterminer, à un point multiple d'une courbe, le cercle osculateur de l'une de ses branches (*Annali di Matematica*, IIe série, t. IV, p. 216).

» 4. *Recherche des points communs situés à l'infini.* — La courbe S a une asymptote parallèle à l'axe des abscisses et dont l'équation est

$$C = x + 1 = 0.$$

» Quand x et y sont très-grands, plusieurs termes de l'équation (1) disparaissent, et il reste, en divisant par le facteur commun x, qui correspond à la branche C,

$$y^4 + x^3y^3 + 2x^4y - x^6 = 0.$$

» Par des raisonnements analogues à ceux de l'article 2, on déduit de cette relation les équations caractéristiques suivantes pour les branches infinies :

$$D = y + x^3 = 0, \quad E = y^{\cdot} - x = 0, \quad F = y^2 + xy + x^2 = 0.$$

» Lorsque l'on considère S′, on obtient trois branches infinies

$$C' = x - 1 = 0, \quad D' = y - x^3 = 0, \quad E' = y^3 - x^2 = 0.$$

» Les branches E et F déterminent à l'infini des points qui n'appartiennent pas à S′; je peux donc les négliger, ainsi que E′, qui se trouve dans le même cas par rapport à S.

» C et C′ déterminent un point, C et D′ deux, D et C′ deux, D et D′ six. Les deux courbes S et S′ ont ainsi *onze points* communs coïncidant à l'infini sur l'axe des ordonnées.

» 5. *Degré de l'équation finale.* — Les courbes du septième ordre S et S' ont vingt-quatre points communs à l'origine et onze à l'infini. Elles ont donc quatorze points d'intersection à des distances qui ne sont ni nulles ni infinies. Aucun de ces points n'a une abscisse nulle, car l'axe des ordonnées ne rencontre les courbes qu'à l'origine et à l'infini. L'équation finale en x, résultant de l'élimination de y, doit être par conséquent du quatorzième degré.

» Pour vérifier ce résultat, j'ai opéré sur deux courbes Σ et Σ' définies par les relations

$$x\Sigma = S + S' = 0, \quad y^2\Sigma' = S + S'x = 0.$$

» Les équations Σ et Σ' sont plus simples que S et S', mais elles contiennent deux solutions étrangères. On a, en effet, $y^2\Sigma' - x\Sigma = S'(x-1)$, et la valeur 1 de x détermine dans Σ deux points à distance finie.

» J'ai employé la méthode de Bezout, qui permet d'obtenir l'éliminant sous forme d'un déterminant. Les deux facteurs étrangers $(x-1)$ se trouvent en évidence dans les lignes. Lorsqu'on les a fait disparaître et qu'on a enlevé complétement les facteurs x, ce qui exige quelques combinaisons entre les colonnes, le déterminant représente un polynôme du quatorzième degré.

» J'entre dans ces détails uniquement pour montrer que le résultat de mon analyse sur les deux points multiples des courbes S et S' et le degré de l'équation finale a été contrôlé. Si je ne m'imposais cette condition, je pourrais présenter des calculs pour des cas beaucoup plus compliqués. »

PHYSIQUE. — *Recherches sur la dissociation cristalline* (suite) : *Évaluation et répartition du travail dans les dissolutions salines;* par MM. **P.-A. Favre** et **C.-A. Valson.**

« Dans deux Communications que nous avons eu l'honneur de faire à l'Académie (1), nous avons développé quelques considérations qui nous paraissent de nature à jeter un jour nouveau sur la question, encore si obscure, du travail mécanique, mis en jeu par les actions moléculaires, pendant le phénomène des dissolutions salines.

» La dissolution d'un sel dans l'eau est accompagnée habituellement d'une contraction du volume total, du sel et du dissolvant, qu'il est facile de déterminer en comparant la densité de la solution aux densités respec-

---

(1) *Comptes rendus*, séances des 5 et 12 août 1872, t. LXXV, p. 330 et 385.

tives du sel et du dissolvant; mais cette contraction peut être produite sur l'eau de diverses manières : on peut, notamment, la réaliser directement, en dehors de l'action coercitive du sel, par un abaissement de la température du liquide, c'est-à-dire par la soustraction d'une certaine quantité de chaleur; on peut donc mesurer le nombre de calories cédées, qui correspondent à une contraction déterminée de l'eau, et, par suite, on peut évaluer le travail mécanique correspondant. Si l'on admet ensuite, conformément aux principes de la théorie mécanique de la chaleur, que les diverses forces nécessaires pour produire un même effet sont équivalentes et peuvent se transformer les unes dans les autres, il en résulte en particulier que, si l'on mesure les contractions de volume qui accompagnent les dissolutions salines, on aura en même temps une mesure de l'action coercitive exercée par le sel sur l'eau.

» Nous avons déjà appliqué ce principe au cas de la dissolution, dans l'eau, du sulfate de soude, soit anhydre, soit hydraté (Communication du 5 août 1872). Aujourd'hui nous nous proposons de généraliser cette application en étudiant, de la même manière, une série de sels qu'on peut obtenir, soit à l'état anhydre, soit à l'état de cristaux, renfermant un certain nombre d'équivalents d'eau.

» A cet effet, il était d'abord nécessaire de déterminer exactement les densités des sels à ces deux états et, en outre, de déterminer les densités des solutions normales correspondantes, c'est-à-dire des solutions renfermant uniformément 1 équivalent de sel anhydre, évalué en grammes, dissous dans une quantité d'eau fixe et égale à 1 litre. Ces diverses densités ont été obtenues par la méthode du flacon, et nous avons eu soin d'opérer en nous entourant des précautions les plus minutieuses (1).

» La détermination des densités des liqueurs normales se fait sans difficulté et avec une grande précision. Il n'en est pas tout à fait de même pour la détermination de la densité des solides. En opérant avec des sels différents et en comparant nos résultats avec ceux qui ont été obtenus par divers expérimentateurs dignes de confiance, nous avons été conduits à admettre que la densité d'un sel n'est pas un élément absolument fixe,

---

(1) Nous nous sommes toujours assurés que les sels déshydratés par la chaleur ne renfermaient plus d'eau; nous avons aussi analysé tous les sels hydratés dont nous avons déterminé les chaleurs de dissolution et avec lesquels nous avons préparé les liqueurs normales, après en avoir pris les densités; enfin, lorsque les sels étaient très-déliquescents, nous les avons pesés en les introduisant dans les flacons à densité, tarés à l'avance et remplis ensuite d'essence de térébenthine ou de toluène.

mais qu'elle peut varier légèrement avec les circonstances de sa formation, par exemple, suivant qu'il a cristallisé lentement ou qu'il s'est précipité plus ou moins rapidement au sein de la liqueur.

» On sait que des effets de ce genre se produisent pour plusieurs corps, tels que le soufre, le phosphore et un grand nombre de métaux, dont la densité varie un peu, suivant leur état moléculaire. Peut-être faut-il aussi tenir compte de l'action capillaire exercée sur le liquide ambiant par les sels pulvérulents, qui agissent alors par leur grande surface. Ajoutons enfin que, dans certains cas, le liquide employé peut exercer une véritable action chimique sur le sel, dont on cherche la densité. Pour la généralité des sels expérimentés, nous avons employé l'essence de térébenthine; mais, pour les iodures, cette essence, lorsqu'elle a subi pendant quelque temps le contact de l'air, exerce une action manifeste sur le sel, et de l'iode est mis en liberté (1).

Tableau I.

FORMULES.	DENSITÉ des sels anhydres.	TEMPÉRATURE.	DENSITÉ des sels hydratés.	TEMPÉRATURE.	DENSITÉ des liqueurs normales.	TEMPÉRATURE.
$ClCa, 6HO$	2,160	27°,0	1,701	17°,1	1,0439	15°,0
$ClSt, 6HO$	3,035	17,2	1,932	17,2	1,0667	15,0
$ClBa, 2HO$	3,844	16,8	3,054	15,5	1,0887	14,9
$BrNa, 4HO$	3,198	17,3	2,165	16,8	1,0768	14,8
$BrSt, 6HO$	3,985	20,5	2,358	17,9	1,1024	18,2
$INa, 4HO$	3,654	18,2	2,448	20,8	1,1104	14,8
$AzO^6Ca, 4HO$	2,504	17,9	1,878	18,0	1,0578	14,8
$AzO^6St, 4HO$	2,980	16,8	2,249	15,5	1,0811	14,8
$SO^4Na, 10HO$	2,681	20,7	1,455	26,5	1,0606	21,2
$SO^4Cu, 5HO$	3,707	19,0	2,248	18,9	1,0776	20,2
$SO^4Al^{\frac{2}{3}}, 6HO$	2,672	22,5	1,767	22,1	1,0568	22,0
$SO^4Cr^{\frac{2}{3}}, 5HO$	2,743	17,2	1,867	17,2	1,0600	15,0
$SO^4\left(\frac{K, Cu}{2}\right), \frac{7HO}{2}$ (2)	2,784	20,5	2,186	18,8	1,0713	20,2
$CO^2Na, 10HO$	2,407	20,5	1,456	19,0	1,0519	18,2
$Bo^7Na, 10HO$	2,371	20,0	1,711	20,0	1,0190	20,2
$Bo^6, 6HO$	1,825	21,6	1,493	20,5	1,0106	20,2

(1) Il est facile de reconnaître qu'un bromure renferme des traces d'iodure par la coloration que l'iode, mis en liberté, communique à l'essence de térébenthine. Les bromures purs ne sont pas sensiblement modifiés par l'essence prise dans les mêmes conditions.

(2) Nous signalerons, au sujet du sulfate double de potasse et de cuivre, quelques dé-

» Dans le tableau qui précède, les densités inscrites ont été prises en considérant chaque sel : 1° à l'état anhydre; 2° à l'état hydraté ; 3° à l'état de liqueur normale.

» La température à laquelle la détermination a été faite est inscrite en regard. Dans chaque opération, la densité de l'eau ou celle de l'essence a été soigneusement ramenée à la température même de cette opération, enfin les densités des liqueurs normales ont été toutes obtenues directement, excepté pour le borate de soude et l'acide borique, qui ne sont pas suffisamment solubles et dont les densités ont été obtenues au moyen d'une interpolation.

» En ce qui concerne la liqueur normale du sulfate de chrome, obtenue à froid, qui est violette et dont la densité est de 1,0600 à la température de 15 degrés, cette liqueur, portée à une température suffisamment élevée, devient verte, et sa densité n'est plus que de 1,0556 à la température de 14°,9. La contraction a donc diminué. Toutefois cette contraction ne pourra plus être calculée, ainsi que nous le faisons plus loin pour les autres sels, parce que la liqueur verte ne peut plus cristalliser, de sorte qu'on ne peut pas prendre la densité du sel hydraté correspondant.

» Voici maintenant le détail des calculs pour l'un des sels, le carbonate de soude par exemple :

---

tails d'expérience qui offrent de l'intérêt au point de vue de la constitution des sels doubles. Lorsqu'on chauffe le sel hydraté, qui est bleu, il perd son eau et devient blanc d'abord, puis vert et fond à une température inférieure à celle qui correspond à la fusion du sulfate de potassium. Le sel double ne se décompose pas à une température qui décomposerait (sans fusion) le sulfate de cuivre. Le sel fondu est d'un vert foncé. Le sel double ne présente aucun des caractères des sels constituants, pris isolément. Par le refroidissement, il se forme d'abord une mince croûte verte à la surface du liquide, et presque immédiatement une portion assez considérable du sel, encore en fusion, perce cette croûte et forme une sorte d'excroissance au-dessus d'elle, comme s'il s'opérait un phénomène de ségrégation, entraînant une augmentation de volume, malgré le refroidissement; enfin la masse refroidie et devenue solide revient à la teinte bleue, qui n'est, ni celle du sulfate de potasse, ni celle du sulfate de cuivre anhydre, puis se résout en une fine poussière, de même couleur, ainsi que cela se produit pour une larme batavique, dont on casse l'extrémité effilée. Les mêmes phénomènes se produisent avec la même netteté lorsqu'on chauffe, non plus le sel double, mais un mélange de 1 équivalent de sulfate de cuivre cristallisé à 5 équivalents d'eau et de 1 équivalent de sulfate de potasse.

Il serait intéressant d'étudier les effets thermiques qui accompagnent cette singulière succession de phénomènes. C'est un point que nous comptons examiner.

Carbonate de soude.

Sel anhydre	équivalent (P)	53^{gr}
	densité (D)	2,407
	volume $\left(V = \frac{P}{D}\right)$	$22^{cc},02$
Sel hydraté à 10 HO	équivalent (P)	143^{gr}
	densité (D)	1,456
	volume $\left(V = \frac{P}{D}\right)$	$98^{cc},22$
Volume du sel anhydre		$22^{cc},0$
Volume de l'eau de cristallisation		$90^{cc},0$
Somme des deux volumes		$112^{cc},0$
Volume de CO^3Na, 10 HO		$98^{cc},2$
Contraction dans la formation du cristal		$13^{cc},8$
Liqueur normale	poids de la liqueur (P)	$1053^{gr},0$
	densité (D)	1,0519
	volume $\left(V = \frac{P}{D}\right)$	$1001^{cc},0$

» On peut énoncer les conséquences suivantes :

» 1° Le carbonate de soude anhydre et l'eau, en s'associant pour former un cristal à 10 équivalents d'eau, ont éprouvé une contraction de $13^{cc},8$ sur $112^{cc},0$; c'est-à-dire $\frac{1}{8}$ environ du volume total des éléments constituants.

» 2° Le volume du sel anhydre étant de $22^{cc},0$ et celui de la liqueur normale étant de $1001^{cc},0$, on en conclut que le volume total des éléments, $1022^{cc},0$, a éprouvé une contraction de $21^{cc},0$.

» 3° Si, de la contraction $21^{cc},0$ qui correspond à la dissolution du sel anhydre, on retranche la contraction $13^{cc},8$ survenue pendant la formation du cristal, il reste $7^{cc},2$, qui représente la contraction résultant de la dissolution de 1 équivalent de sel hydraté.

» Si l'on fait le même calcul pour chacun des sels mis en expérience, on obtient les résultats compris dans le tableau II, colonnes intitulées a, b, $(a - b)$. a désigne la contraction du volume total du sel et du dissolvant, due à la dissolution du sel anhydre; b, la contraction pendant la formation du cristal, et $(a - b)$, la contraction due à la dissolution du sel hydraté.

» Nous donnons, en même temps, l'interprétation de ces mêmes résul-

tats au point de vue thermique et, par conséquent, au point de vue mécanique. Nous avons vu (Communication du 5 août 1872) qu'une contraction de 1 centimètre cube éprouvée par 1 litre d'eau, à la température de 15 degrés, équivaut à un dégagement de 7576 calories, le gramme étant pris pour unité, et que, réciproquement, ce nombre de calories mesure le travail nécessaire pour comprimer 1 litre d'eau et diminuer son volume de 1 centimètre cube à la température de 15 degrés; donc, pour obtenir en calories les effets thermiques qui correspondent aux diverses contractions désignées par a, b, $(a - b)$, il suffira de multiplier les nombres qui mesurent ces contractions par le nombre constant 7576. On trouve ainsi les nombres inscrits dans les colonnes intitulées A, B, (A — B) du tableau suivant, et placées à droite des colonnes où sont inscrites les contractions correspondantes :

Tableau II.

FORMULES.	a	A	b	B	$(a-b)$	(A-B)
	cc	cal	cc	cal	cc	cal
ClCa, 6HO................	14,5	109852	15,3	115913	— 0,8	— 6061
ClSt, 6HO................	14,3	108337	11,1	84094	3,2	24243
ClBa, 2HO................	12,3	93185	5,1	38638	7,2	54547
BrNa, 4HO................	8,0	60608	4,0	30304	4,0	30304
BrSt, 6HO................	11,8	89397	9,7	73487	2,1	15910
INa, 4HO................	5,4	40910	1,0	7576	4,4	33334
AzO^6Ca, 4HO..............	9,7	73487	5,8	43941	3,9	29546
AzO^6St, 4HO..............	12,7	96215	8,5	64396	4,2	31819
SO^4Na, 10HO..............	16,7	126519	5,8	43941	10,9	82578
SO^4Cu, 5HO..............	19,3	146217	11,0	83336	8,3	62881
$SO^4Al^{\frac{2}{3}}$, 6HO..............	21,0	159096	12,5	94700	8,5	64396
$SO^4Cr^{\frac{2}{3}}$, 5HO..............	18,5	140156	9,6	72730	8,9	67426
$SO^4\left(\frac{K,Cu}{2}\right), \frac{7HO}{2}$..........	18,5	140156	6,1	46214	12,4	93942
CO^3Na, 10HO..............	21,0	159096	13,8	104549	7,2	54547
Bo^7Na, 10HO..............	34,4	260614	20,9	158338	13,5	102276
Bo^6, 6HO..............	16,2	122731	9,3	70457	6,9	52274

» La dissolution des sels anhydres ou hydratés est accompagnée d'un dégagement ou d'une absorption de chaleur. Ces quantités de chaleur, positives ou négatives, accusées par le calorimètre à mercure, sont inscrites dans le tableau III, où C, C′ désignent les quantités de chaleur qui se rapportent à la dissolution : 1° du sel anhydre, 2° du sel hydraté ; la diffé-

rence C — C′ représente, par conséquent, la quantité de chaleur qui correspond à la formation du cristal hydraté.

Tableau III.

FORMULES.	C	C′	(C − C′)
$ClCa, 6HO$	+ 9053	− 1629	+10682
$ClSt, 6HO$	+ 5483	− 3586	+ 9069
$ClBa, 2HO$	+ 1172	− 2418	+ 3590
$BrNa, 4HO$	+ 109	− 4882	+ 4991
$BrSt, 6HO$	+ 7850	− 3112	+10962
$INa, 4HO$	+ 1762	− 5716	+ 7478
$AzO^6Ca, 4HO$	+ 2014	− 4061	+ 6075
$AzO^6St, 4HO$	− 2348	− 6415	+ 3977
$SO^4Na, 10HO$	+ 354	− 9300	+ 9654
$SO^4Cu, 5HO$	+ 8198	− 1274	+ 9472
$SO^4Al^{\frac{2}{3}}, 6HO$	//	+ 1359	//
$SO^4Cr^{\frac{2}{3}}, 5HO$	//	− 1085	//
$SO^4\left(\frac{K, Cu}{2}\right), \frac{7HO}{2}$	+ 4190	− 6854	+11044
$CO^3Na, 10HO$	+ 3658	− 7840	+11498
$Bo^7Na, 10HO$	+ 5092	−11110	+16202
$Bo^6, 6HO$	//	//	//

» La discussion de l'ensemble des résultats que nous avons fait connaître nous autorise à conclure que :

» 1° Les sels peuvent être rangés dans l'ordre suivant, les contractions allant en croissant : borates, carbonates, sulfates, chlorures, azotates, bromures, iodures.

» 2° La contraction produite par la dissolution d'un sel anhydre est supérieure à celle du même sel hydraté. Le chlorure de calcium est le seul sel qui, à cet égard, ne présente pas de différence sensible, soit à l'état anhydre, soit à l'état hydraté.

» 3° La contraction due à la dissolution du sel hydraté est généralement moindre que la contraction produite dans la formation du cristal.

» 4° Si l'on compare ensuite les résultats thermiques des tableaux II et III, on reconnaît, comme nous l'avons constaté précédemment pour le sulfate de soude, que les nombres de calories qui mesurent les effets de contraction sont de beaucoup supérieurs aux nombres de calories accusées par

le calorimètre : ainsi la chaleur mise en jeu par l'eau qui se contracte, au lieu de passer à l'extérieur et de devenir sensible, comme dans le cas du refroidissement libre, se trouve absorbée, le plus souvent en totalité, par le sel dissous dont les éléments se dissocient. Cette chaleur s'emmagasine à l'état latent. La chaleur accusée par le calorimètre n'est donc qu'une différence (et de signe presque toujours négatif) entre le phénomène *thermopositif* de la contraction de l'eau, et le phénomène *thermonégatif* de la dissociation des éléments salins. Nous avions déjà eu l'occasion de faire cette remarque au sujet de la dissolution du sulfate de soude, et les résultats de notre nouveau travail nous permettent de généraliser cette conclusion et de l'étendre aux autres sels. Il en est de même des autres conséquences que nous avons énumérées dans notre Communication du 12 août 1872.

» 5° D'après ce qui précède, les calories accusées par le calorimètre et inscrites dans le tableau III doivent être ajoutées ou retranchées, suivant leurs signes, aux nombres du tableau II pour avoir le nombre de calories correspondant exclusivement au phénomène de dissolution. Ainsi, par exemple, le carbonate de soude anhydre donne, en se dissolvant, une contraction de 21 centimètres cubes, qui correspond à 159096 calories; mais il y a 3658 calories qui restent libres et sont accusées par le calorimètre; le travail afférent à la dissolution est donc représenté par la différence, c'est-à-dire par 155438. D'un autre côté, la dissolution du carbonate de soude, à 10 équivalents d'eau, donne une contraction de $7^{cc},2$ qui correspond à 54547 calories, et en même temps le calorimètre accuse une production de froid de — 7840 calories. Pour avoir la mesure du travail afférent à la dissolution de $CO^3Na, 10HO$, il faudra donc ajouter ce nombre au précédent, ce qui donnera 62387 calories.

» 6° Le tableau III donne lieu à quelques autres remarques. Les valeurs de C sont généralement positives; il en résulte que les sels anhydres dégagent généralement de la chaleur en se dissolvant; l'azotate de strontiane est le seul qui fasse exception. Le signe négatif des valeurs de C' apprend, au contraire, que les sels hydratés donnent généralement du froid; signalons encore, parmi les sels mis en expérience, une exception pour le sulfate d'alumine à 6 équivalents d'eau; enfin les valeurs de (C — C') sont toutes positives, d'où l'on conclut que tous les sels que nous avons étudiés et qui cristallisent avec de l'eau dégagent de la chaleur pendant leur cristallisation. »

MÉMOIRES LUS.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur un nouveau système de représentation d'observations météorologiques continues faites à l'Observatoire national d'Alger.* Note de M. BULARD.

(Commissaires : MM. Faye, Janssen, Lœwy.)

« Le travail que j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie n'est qu'un spécimen d'études nombreuses que j'ai entreprises depuis vingt-sept ans.

» Dès 1845, frappé du peu de documents complets que contenaient les archives de la science météorologique, je résolus d'accumuler, avec ordre et méthode, tous les renseignements capables, à un moment donné, de servir de base à un travail très-étendu que j'avais entrepris sur les mouvements de l'atmosphère.

» Tout le monde savant est unanime aujourd'hui pour reconnaître l'utilité, je dirai même la nécessité d'étendre de plus en plus sur le globe le réseau météorologique, afin d'arriver au plus vite à la connaissance des mouvements généraux de l'atmosphère. Si l'on est également unanime sur le nombre et le choix des stations, la qualité des instruments et le mode d'installation, on ne l'est pas encore sur la manière d'observer et surtout de représenter les diverses apparences que le ciel présente ; là cependant est tout le secret de la météorologie.

» Depuis longtemps les principaux éléments météorologiques sont enregistrés dans les grands observatoires, à l'aide d'appareils très-perfectionnés, il est vrai ; mais on n'en a encore tiré que fort peu de résultats utilisables, parce qu'ils étaient isolés, tandis que, s'ils se trouvent mis en regard de l'apparence du ciel, avec laquelle il existe une liaison intime, on en tire de suite des inductions utiles et fort intéressantes.

» Nous sommes heureux d'avoir commencé, il y a vingt-sept ans, ce système d'observations, et nous sommes en mesure, même aujourd'hui, de donner les preuves irrécusables de la supériorité du système sur tous ceux connus jusqu'à présent, et particulièrement de démontrer ce que nous avons dit plus haut au sujet de l'étude de l'apparence du ciel.

» Je me suis surtout appliqué à résumer mes observations sous un mode d'enregistrement qui permet d'embrasser, d'un seul coup d'œil, l'ensemble général des variations de l'atmosphère. Je donne à mon système le nom de

Météorologie descriptive, et je le présente au monde scientifique, autant pour l'initier aux efforts que j'ai tentés dans mon humble domaine, que pour soumettre à mes honorables collègues un spécimen d'études qui pourraient être suivies par nos jeunes météorologues.

» L'Académie accueillera avec intérêt, je n'en doute pas, un commencement de publication des observations météorologiques faites à Alger dans d'excellentes conditions d'installation et d'accord avec les exigences de la science moderne. Elle doit savoir que cette publication n'a pu avoir lieu plus tôt, par suite du manque de fonds et le peu d'encouragement dont l'Observatoire a été l'objet depuis la mort du maréchal Pélissier. Nous ne parlerons pas de la publication des travaux d'Astronomie physique pour lesquels il faudrait des sommes plus considérables. A part les douze années d'observations météorologiques faites à l'Observatoire d'Alger, il n'existe, dans toute l'Algérie, aucune série d'observations météorologiques qui mérite d'être publiée, si ce n'est à titre de simples renseignements.

La mauvaise installation de quelques stations improvisées depuis quinze et vingt ans, sans direction intelligente aucune, a donné des résultats qui offrent peu d'intérêt ; il me suffira, pour faire apprécier à leur juste valeur les anciennes observations météorologiques algériennes, de dire que, dans un pays où l'humidité relative joue un si grand rôle et où les oscillations sont considérables, suites du siroco, le psychromètre d'August n'a jamais été connu ni par conséquent consulté; que la pluviométrie a été de tout temps mal observée, avec de petits pluviomètres tout à fait insuffisants, là où la pluie tombe parfois en quantité si considérable pendant la saison pluvieuse.

Je ne parlerai pas de tous les autres éléments météorologiques qui ont été également négligés, ce qui nous entraînerait trop loin.

» Le point principal, sur lequel je désire attirer l'attention de l'Académie, est surtout la manière de représenter, sur le tableau graphique ci-joint, la quantité horaire du ciel bleu et des nuages, et qui a été placée simultanément en regard des divers éléments météorologiques qui figurent sur le tableau.

» Le système décimal a été naturellement employé d'un bout à l'autre de ce travail : ici le ciel se trouve divisé en dix parties égales, zéro représentant le ciel bleu pur ou l'absence complète de nuages, 1 l'unité ou 10 dixièmes représentant le ciel couvert de nuages.

» Afin de ne pas compliquer le système, on a représenté par des teintes de diverses nuances les trois sortes principales de nuages : la teinte blanche

représente les cirrus, la teinte gris-clair les cumuli et la teinte neutre les nimbi. Il résulte de cette combinaison que, à la simple inspection du tableau, on voit comment les périodes nuageuses se succèdent les unes aux autres, ou bien encore comment les périodes de ciel bleu succèdent aux périodes de nuages.

» En comparant ces diverses évolutions, dans l'apparence du ciel, avec les oscillations barométriques, thermométriques, anémométriques, etc., on saisit parfaitement le rapport et les liaisons qui existent entre ces divers éléments météorologiques.

» Nous renvoyons, du reste, le lecteur aux explications et légendes contenues dans le texte, ainsi qu'aux nombreuses observations qui sont réduites et corrigées des erreurs instrumentales et qui se trouvent contenues dans le registre de toutes les observations, qui ont été faites dans ce laps de temps, c'est-à-dire du mois de janvier 1872.

» Disons, en passant, que ce travail sera soumis à l'approbation du Congrès météorologique qui s'assemble en ce moment à Vienne, et qu'il rentre directement dans le programme que les membres assemblés ont adopté.

» En terminant, qu'il me soit permis d'émettre le vœu de voir le Gouvernement s'intéresser à ce travail et fournir les moyens de publier, au plus vite, les douze années d'observations qui sont amassées dans les archives de l'Observatoire national d'Alger, et qui sont réclamées par tous les observatoires du monde entier.

» Grâce aux encouragements que M. le général Chanzy, gouverneur de l'Algérie, a bien voulu déjà nous donner, en nous accordant une mission au Congrès météorologique de Vienne, nous pensons bien réaliser l'idée que nous avons conçue depuis longtemps, de réorganiser les services météorologiques sur les bases que nous venons d'avoir l'honneur d'exposer à l'Académie. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE. — *Note sur le magnétisme* (suite); par M. **J.-M. Gaugain** (1).

(Renvoi à la Commission du prix Trémont.)

« **38**. Tous les physiciens qui ont étudié la force portante des aimants en fer à cheval ont constaté que cette force croît avec le temps, de telle

(1) *Voir* les *Comptes rendus* du 13 janvier et 30 juin 1873. Les numéros placés en tête des divisions de cette Note font suite à ceux des Notes précédentes.

sorte qu'on a été amené à conclure que le contact prolongé de l'armature et de l'aimant a pour effet d'augmenter graduellement le magnétisme développé à l'extrémité des branches du fer à cheval. Il était intéressant de rechercher si cet accroissement graduel pourrait être également constaté par la méthode des courants d'induction, que j'ai indiquée (n° 32) ; en conséquence, j'ai placé, sur l'extrémité de l'une des branches d'un aimant en fer à cheval, un toron de fils que j'ai mis en communication avec un galvanomètre; j'ai appliqué contre les faces polaires une armature en fer doux, également en fer à cheval et de même section que l'aimant, et j'ai déterminé la valeur du courant de désaimantation : 1° en ne laissant subsister que pendant quelques secondes le contact entre l'aimant et l'armature, 2° en prolongeant ce contact pendant des heures et des journées entières. J'ai trouvé que le courant de désaimantation conservait toujours, à fort peu près, la même valeur. J'ai transporté le toron induit sur l'extrémité de l'une des branches du fer à cheval qui servait d'armature, j'ai répété les mêmes déterminations et j'ai trouvé le même résultat. Ainsi, quand on explore, au moyen des courants d'induction, l'état magnétique d'un aimant en fer à cheval muni d'une armature, on trouve que cet état est absolument indépendant de la durée du contact entre l'aimant et l'armature. Ce résultat est en désaccord avec le fait que j'ai rappelé en commençant, et je ne saurais dire en ce moment à quoi tient cette contradiction apparente; je ferai remarquer seulement que les aimants sur lesquels j'ai opéré se trouvaient tous dans l'état que M. Haecker a appelé *constant*.

» 39. Je ne me suis occupé jusqu'ici que des aimants permanents; je vais maintenant faire connaître les résultats de quelques expériences exécutées sur des électro-aimants. J'ai particulièrement étudié l'électro-aimant dont on se sert le plus fréquemment, celui qui se compose d'un barreau de fer doux, en forme de fer à cheval, et de deux bobines placées respectivement sur les branches du fer à cheval, dans le voisinage de leurs extrémités. Pour déterminer la courbe de désaimantation d'un tel électro-aimant, il suffit de placer successivement, sur divers points du barreau, un toron de fils communiquant avec un galvanomètre, et de déterminer, pour chaque position du toron, la valeur du courant induit développé au moment où le courant inducteur est interrompu. Il est impossible, à la vérité, de déterminer les valeurs du courant induit qui correspond aux points du barreau placés dans l'intérieur des bobines, et, par conséquent, la courbe obtenue présente deux lacunes; mais ces lacunes n'empêchent pas d'apercevoir sa forme générale, ce qui suffit pour le but que je me suis proposé.

» D'après ce que j'ai dit (n° 29), la méthode qui vient d'être indiquée devrait donner les mêmes résultats que celle dont je me suis servi pour déterminer la courbe de désaimantation des aimants permanents. Je dois faire remarquer qu'il n'en est pas toujours rigoureusement ainsi : le fer, n'étant presque jamais dépourvu de force coercitive, conserve, en général, une certaine aimantation après que le courant inducteur a cessé de circuler dans les bobines, et il résulte de là que le courant induit, développé au moment où le circuit inducteur est rompu, est presque toujours un peu plus petit que le courant induit qui serait obtenu en poussant le toron induit hors du barreau, assez loin pour le soustraire complétement à l'action de ce barreau; mais la différence entre ces deux courants induits est petite quand on emploie du fer très-doux.

» Pour donner une idée de la forme de la courbe de désaimantation que j'ai obtenue, je vais indiquer les valeurs de quelques ordonnées.

A 10	millimètres	des extrémités	des branches	(en dehors des bobines)...	$y = 18,6$
A 107	»	»	»	(en dedans des bobines)...	56,2
A 244	»	»	»	(au talon).............	50

» On voit que la courbe s'élève à partir des extrémités des branches du fer à cheval, qu'elle atteint son maximum de hauteur en un point couvert par les bobines, qu'ensuite elle s'abaisse légèrement et atteint son minimum au talon; par conséquent, son inclinaison change quatre fois de signe dans l'étendue du fer à cheval.

» J'ai obtenu une courbe tout à fait analogue en opérant sur un électro-aimant composé d'un barreau de fer droit et de deux bobines placées près des extrémités.

» Maintenant, si l'on explore, au moyen d'une aiguille aimantée, l'état magnétique de l'un ou de l'autre des électro-aimants dont je viens de parler, on trouve que le magnétisme change aussi quatre fois de signe; si l'on part de l'extrémité boréale de l'électro-aimant, par exemple, on trouve que, de l'autre côté de la bobine voisine de cette extrémité, le magnétisme devient austral; il est nul vers le milieu du barreau, il redevient boréal lorsqu'on approche de la deuxième bobine, et enfin il est austral au delà de cette bobine, à l'autre extrémité du barreau. L'électro-aimant offre donc un exemple de cette deuxième espèce de *points conséquents* dont j'ai parlé (n° 31), de ces *points conséquents* qui sont dus, non à l'interversion du courant solénoïdal, mais aux variations d'intensité de ce courant. La distribution du magnétisme, dont je viens de parler, a très-probablement

été aperçue depuis longtemps; mais ce que je veux faire remarquer, c'est la corrélation constante qui existe entre l'interversion du magnétisme accusé par l'aiguille aimantée et le changement de signe qu'éprouve l'inclinaison de la courbe de désaimantation.

» 40. La courbe de désaimantation dont il s'agit dans le numéro précédent se rapporte au cas où aucune armature n'est appliquée contre les faces polaires; dans le cas où l'on opère sur un électro-aimant en fer à cheval muni d'une armature, il est nécessaire, pour obtenir la courbe de désaimantation, de procéder à une nouvelle série de mesures. Le toron induit étant successivement placé sur divers points du barreau, on détermine, pour chaque point, la valeur du *courant d'arrachement* (j'appelle ainsi, pour abréger, le courant induit développé lorsqu'on arrache l'armature); on obtient, de cette manière, une nouvelle courbe. Au moyen de cette courbe et de la courbe de désaimantation qui a été obtenue (n° 39) lorsque l'électro-aimant ne portait pas d'armature, on peut aisément tracer, comme je l'ai indiqué (n° 32), la courbe de désaimantation qui correspond au cas où l'armature est appliquée.

» 41. Je vais faire connaître maintenant les particularités que présente la courbe des courants d'arrachement. Si nous considérons d'abord l'accroissement d'aimantation qui se produit aux points voisins des extrémités des branches du fer à cheval, par suite de l'application de l'armature, nous trouvons que cet accroissement est énorme; il peut être 60 fois, 100 fois plus grand que l'aimantation qui existe avant l'application de l'armature. Dans le cas d'un aimant permanent, je n'ai jamais trouvé que l'accroissement d'aimantation résultant de l'application de l'armature fût plus grand que 5 ou 6 fois l'aimantation préexistante. La réaction produite par l'application de l'armature est donc bien plus considérable dans le cas des aimants permanents. Il résulte de là que, si l'on compare un électro-aimant et un aimant par la méthode des oscillations de Coulomb et par la méthode des poids portés, on pourra trouver, par la première méthode, que l'électro-aimant est plus faible que l'aimant, et, par la seconde méthode, que c'est au contraire l'électro-aimant qui l'emporte sur l'aimant. Ces résultats n'ont rien de contradictoire. La première méthode, en effet, mesure l'intensité magnétique qui existe avant l'application de l'armature, tandis que le poids porté dépend de l'état magnétique qui s'établit après que l'armature est appliquée, et, comme nous venons de le voir, la modification apportée à l'état magnétique par la présence de l'armature est très-différente dans les électro-aimants et les aimants. »

CAPILLARITÉ. — *Du mouvement ascendant spontané des liquides dans les tubes capillaires* (Partie théorique). Mémoire de M. C. **Decharme** (suite). (Extrait.)

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« ... La formule obtenue, en partant de considérations théoriques basées sur l'expérience, est la suivante :

$$t^2 + At = B \operatorname{lognép}\left(\frac{h}{h-y}\right) - Cy,$$

dans laquelle t désigne le temps en secondes, y la longueur (comptée sur l'axe du tube) de la colonne capillaire au temps t, h la longueur finale, A, B, C des constantes dépendant de la nature du liquide (de ses propriétés physiques et chimiques), de sa température, du diamètre, de l'inclinaison et de la nature du tube.

» Les différences que l'on constate, pour l'eau, entre les résultats de l'expérience et ceux du calcul ne portent que sur les dixièmes ou les centièmes de millimètre. Il est bon de remarquer qu'une variation d'un centième de millimètre dans la donnée expérimentale peut produire, par suite des calculs, à cause de la grande valeur numérique de deux des constantes, des différences de près de 100 unités dans la vérification, surtout pour les ordonnées des points rapprochés de l'extrémité supérieure de la courbe. Malgré ces grandes valeurs des constantes, les vérifications donnaient des résultats théoriques dont la concordance présentait des erreurs relatives souvent moindres que $\frac{1}{10000}$ et même $\frac{1}{300000}$, mais n'atteignaient jamais $\frac{1}{1000}$, même dans les cas les plus défavorables.

» La vérification de la formule a été appliquée à l'*alcool anhydre* et a donné des résultats concordant avec l'expérience.

» On peut donc conclure de ces vérifications et d'autres non moins exactes, faites sur plusieurs liquides et avec des tubes différents, que la concordance entre les résultats de l'expérience et ceux que donne la formule est suffisamment établie, et que celle-ci représente le phénomène avec une approximation qui tombe dans les limites d'erreurs d'observation. Enfin, si cette formule ne contenait pas tous les éléments (ce qui est possible) du phénomène qu'elle est destinée à représenter dans sa généralité, elle resterait du moins une relation empirique très-approchée de la vérité théorique.

» En différentiant l'équation suivante :

$$gt\sin\alpha + b = v\left(\frac{y(1+gf\cos\alpha)+C}{h-y}\right)$$

(qui a servi à établir la formule générale, et dans laquelle f désigne le coefficient de frottement) et remplaçant dy par vdt et vdy par v^2dt, on obtient une expression de $\frac{dv}{dt}$ ou de la *force accélératrice* φ, en fonction de v et de y,

$$\frac{dv}{dt} = \varphi = \frac{(h-y)^2 g\sin\alpha - v^2[h(1+fg\cos\alpha)+C]}{(h-y)[y(1+gf\cos\alpha)+C]}.$$

» Enfin, en égalant la *force accélératrice* aux résistances qu'il lui reste à vaincre au temps t, on a une relation entre v et y, de la forme

$$v^2 = \frac{(h-y)L + Mv^2 + N}{Py^2 + Qy + R},$$

dans laquelle L, M, N, P, Q et R sont des constantes.

» En partant de considérations théoriques différentes, ou en admettant d'autres hypothèses, on arrive à diverses formules, parmi lesquelles je citerai seulement les suivantes :

$$t + C = \sqrt{y(h-y)} - h\arcsin\sqrt{\frac{h-y}{h}},$$

$$At = \sqrt{\frac{h-C}{2}}\,\text{loghyperb}\left(\frac{\sqrt{h-C}+\sqrt{y-C}}{\sqrt{h-C}-\sqrt{y-C}}\right) - \sqrt{y-C},$$

où les lettres ont des significations analogues à celles de la formule adoptée. Ces dernières se prêtent à des vérifications pareilles à la précédente, sans atteindre toutefois une aussi grande exactitude, ce qui justifie notre choix.

» Enfin, lorsque l'on veut traiter la question à un point de vue tout à fait général, on arrive à des expressions de la forme suivante :

$$t + C = \sqrt{\frac{B}{gh}}\int\frac{y\,dy}{\sqrt{y^4 - my^3 - ny^2 + p}},$$

que l'on ne peut intégrer.

» J'ai dû chercher aussi des formules *empiriques* propres à représenter le phénomène en question ; mais celles que j'ai trouvées, par interpolation ou autrement, n'ont pas subi l'épreuve de la vérification expérimentale aussi avantageusement que la formule théorique adoptée. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Le pyrogallol en présence des sels de fer.* Mémoire de M. E. JACQUEMIN. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. H. Sainte-Claire Deville, Fremy, Berthelot.)

« Mes expériences particulières contredisant les auteurs qui assignent à l'acide pyrogallique la propriété de colorer en bleu les sels ferreux, je crois utile de soumettre ces expériences à l'Académie, ainsi que de nouveaux faits pour lesquels je désire prendre date, parce que leur étude me semble mériter d'être poursuivie.

» *Pyrogallol et sulfate ferreux.* — Le sulfate ferreux préparé dans les laboratoires et, à plus forte raison, le sulfate commercial s'oxydent plus ou moins au contact de l'air et acquièrent seulement alors, suivant mes observations, la propriété d'être colorés en bleu persistant par le pyrogallol. Toute solution de ce sel, franchement colorable en bleu par ce phénol, est également colorée en rouge sang par le sulfocyanate potassique, qui montre si nettement la présence des sels ferriques.

» Si les cristaux de sulfate sont lavés, à plusieurs reprises, avec de l'eau distillée, ils finissent par donner une solution qui n'est plus colorée en bleu par l'acide pyrogallique, mais qui manifeste avec lui un trouble blanc lactescent. Lorsqu'on abandonne cette liqueur à l'air, le trouble disparaît insensiblement pour faire place, par oxydation d'une partie du fer, à la coloration bleue caractéristique.

» Il est une remarque faite par moi, dans les essais successifs des eaux de lavage, qui ne manque pas d'intérêt au point de vue de la sensibilité relative des réactions chimiques : c'est que le sulfocyanate potassique, qui décèle des traces à peine appréciables de sel de fer au maximum, ne donne plus sa coloration rouge, alors que l'acide pyrogallique, dans une solution pareille, fournit encore une teinte bleue sensible.

» *Pyrogallol et sel ferrosoferrique.* — Vient-on à ajouter au sulfate ferreux pur quelque peu de sulfate ferrique, puis à additionner de pyrogallol ce mélange, la coloration bleue des auteurs paraît alors dans toute sa pureté, pour faire place à une teinte verdâtre, et enfin rouge, sous l'influence d'un excès de sel ferrique. J'ai constaté qu'il suffit de la présence de 2 pour 100 de sel ferrique dans un sel ferreux pour que le bleu engendré vire au rouge en quelques minutes.

» Lorsqu'on s'est placé dans les conditions d'un excès de sel ferrique, d'un mélange, par exemple, de trois molécules de sel ferreux pour une molé-

cule de sel ferrique, on remarque bientôt, dans ces liqueurs rouges, un trouble qui s'accroît, et que l'on sépare le lendemain à l'aide du filtre : c'est de la purpurogalline. Le liquide clair a pris la teinte brune des solutions de sulfate ferrique des laboratoires; il continue à se troubler et dépose, le second jour, un mélange de purpurogalline et de tannomélanate de fer et, le troisième jour, du tannomélanate seulement.

» L'acide tannomélanique résulte d'une oxydation qui se continue par le contact de l'air atmosphérique, car on voit naître à la surface un voile qui se brise et se renouvelle; on démontre d'ailleurs aisément le fait, en emprisonnant le liquide dans une fiole mise en communication, par un tube courbe, avec une cloche remplie d'air et placée sur la cuve à mercure.

» Toutefois le concours de l'air n'est pas indispensable, puisque, en ajoutant, après la séparation de la purpurogalline, un excès de sel ferrosoferrique, l'oxydation arrive de suite à son terme, et le liquide qui tient en suspension le tannomélanate est brun et précipite par l'ammoniaque, ainsi que j'en avais déjà fait la remarque dans l'oxydation du pyrogallol par l'acide iodique.

» L'action de l'ammoniaque est bien différente lorsqu'on opère pendant la période d'oxydation lente, après la séparation de la purpurogalline. On obtient en ce cas, par des traces de cet alcali, une coloration foncée bleu-noir qui, par dilution, devient d'un beau bleu pourpré. Il est indispensable, lorsqu'on répète cette réaction, de veiller à la quantité d'ammoniaque étendue que l'on ajoute, car des traces en plus donnent un violet analogue, comme teinte, au violet d'aniline; une quantité un peu plus grande fournit un violet améthyste; une quantité plus grande encore conduit au rouge.

» Si le bleu de purpurogalline est très-fugace, il n'en est pas de même de ce dernier, dont la nuance ne varie pas d'un jour à l'autre, mais qui s'oxyde ensuite pour se convertir en un précipité noir de tannomélanate de fer.

» *Pyrogallol et perchlorure de fer.* — Le perchlorure ferrique sirupeux brunit la solution concentrée de pyrogallol et la modifie profondément avec rapidité; mais, lorsque ces corps sont suffisamment étendus d'eau et qu'on emploie un léger excès de ce phénol, la liqueur, dans ces conditions, passe promptement du bleu au rouge et présente les phénomènes généraux que je viens d'indiquer.

» Ainsi, que l'on ajoute de l'ammoniaque, même avant l'apparition de la purpurogalline, et l'on obtiendra nettement, par des additions suc-

cessives, toutes les nuances de passage du bleu au rouge. De ce rouge vif, si différent de la teinte première, on remonte au bleu en saturant dans la même mesure par de l'acide acétique : le liquide est alors faiblement acide au papier. Ces réactions sont au moins curieuses, puisque ces solutions, qui rougissent par un alcali et qui bleuissent par un acide, présentent l'inverse des réactions de la teinture de tournesol et de celles que j'ai annoncées comme caractérisant l'acide érythrophénique.

» Toutefois un excès d'acide acétique fait disparaître le bleu : le liquide se décolore en partie et prend une teinte verdâtre; mais, en saturant par de l'ammoniaque, on revient au bleu pour descendre ensuite la gamme jusqu'au rouge. Quelque peu d'acide chlorhydrique, ajouté à la couleur ammoniacale, fait retourner à la nuance primitive rouge du mélange de sel ferrique et de pyrogallol.

» Toujours est-il que, par l'action de l'acide pyrogallique sur un sel ferrique minéral et par l'addition d'ammoniaque, qui augmente le pouvoir colorant de la combinaison, on peut constater des traces de sel ferrique dans un liquide. En effet, une liqueur qui renferme 1 centigramme de perchlorure de fer par litre, soit 0,0001 par centimètre cube, bleuit d'une manière fort appréciable par le pyrogallol, puis prend une teinte rougeâtre et enfin se colore par l'ammoniaque très-manifestement en violet plus ou moins rouge. On observe les mêmes phénomènes dans une liqueur titrée contenant 5 milligrammes de perchlorure de fer par litre, ou 0,000005 par centimètre cube. En opérant sur 1 centimètre cube renfermant cette quantité impondérable de fer, la teinte améthyste est encore sensible; mais il me semble difficile de chercher pratiquement à aller au delà de ce degré de sensibilité.

» *Pyrogallol et cyanure ferrique.* — Lorsque, à la solution brune de cyanure ferrique, obtenue par le mélange de cyanure rouge et de chlorure ferrique, on ajoute du pyrogallol, il se forme un précipité bleu foncé qui se dissout dans l'eau quand le cyanure rouge a été employé en petit excès. La teinte du liquide est très-pure et persiste indéfiniment. On sait, d'une part, que le cyanure ferrique donne du bleu par les agents réducteurs, tels que le chlorure stanneux et même le sulfate ferreux, et que, lorsque le cyanure rouge qui a servi à la préparation domine, on obtient des bleus de Turnbuhl solubles, le simple ou le stanné, que j'ai obtenus autrefois (Strasbourg, 1860) et décrits dans ma Thèse pour le doctorat ès-sciences.

» Le bleu produit par le pyrogallol est-il de même nature que le ferricyanure ferrosopotassique? ou bien les éléments du pyrogallol n'en font-ils

point partie constituante comme l'étain dans mon ferricyanure stanno-ferrosopotassique? Cette dernière hypothèse me paraît, en attendant l'étude, parfaitement admissible; car, s'il en était autrement, si les éléments du pyrogallol oxydé étaient restés libres, la couleur rouge qui suit habituellement l'oxydation de l'acide pyrogallique, en se mélangeant au bleu de Turnbuhl soluble, n'eût pas manqué de donner un violet pourpre.

» Voici d'ailleurs comment l'ammoniaque se comporte avec ces différents bleus :

» L'ammoniaque fournit, avec le bleu de Turnbuhl soluble ou ferricyanure ferrosopotassique, un violet un peu plus rouge qu'avec le bleu de Prusse soluble, et sa destruction par un excès est un peu plus lente.

» Cette même base produit, avec le bleu stanneux soluble, une réaction que je regardais comme caractéristique à l'époque où je l'obtins : une goutte fait virer au bleu violacé, quelques autres amènent un violet aniline, puis la rougeur se prononce de plus en plus, et tout disparaît pour ne laisser que la rouille. Une seule goutte, si le bleu est assez étendu, suffit pour le faire passer lentement par toutes ces phases (Strasbourg, 1860).

» Le bleu ferricyanopyrogallique, bien que ne renfermant pas d'étain, soit qu'il ait une constitution moléculaire analogue, se comporte d'une façon presque semblable. Il vire successivement au rouge améthyste par l'ammoniaque, mais reparaît par saturation à l'acide acétique, pour rougir de nouveau par l'alcali, et ainsi de suite.

» J'aurai l'honneur de présenter prochainement à l'Académie la suite de mes observations sur ce sujet, et les applications qui me paraissent en découler pour la teinture et pour l'impression des tissus. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Recherches sur le spectre de la chlorophylle;* par M. J. **Chautard**.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« *Conclusions.* — I. Le spectre de la chlorophylle est caractérisé par un certain nombre de bandes parmi lesquelles s'en trouve *une*, dans le rouge, dont les propriétés spéciales suffisent pour distinguer la solution. Les qualités de cette bande sont : la *sensibilité*, la *sûreté*, la *généralité*.

» *a. Sensibilité*, par des contours nets, une position fixe et une permanence remarquable au travers d'une solution étendue à moins de $\frac{1}{10000}$.

» *b. Sûreté*, par le dédoublement dont elle est l'objet sous l'influence

des alcalis, caractère qui n'appartient ni aux raies du sang, ni à celles de la bile, ni aussi à celles d'aucun autre liquide organique.

» c. *Généralité*, c'est-à-dire que cette raie apparaît toujours et partout où existe la chlorophylle pure ou altérée.

» II. La chlorophylle existe, dans les végétaux, sous trois états différents qui peuvent être parfaitement reconnus au spectroscope: sur les feuilles de récente formation, sur les feuilles adultes, sur les feuilles mortes ou détachées du végétal.

» a. Sur les jeunes feuilles en voie d'épanouissement, l'instabilité des éléments est très-grande et se reconnaît à l'apparition de bandes *accidentelles temporaires*, sous l'action de l'acide chlorhydrique.

» b. Dans le second cas, le même acide fait naître, au sein de la solution alcoolique, un tout autre système de bandes, que je nomme bandes *accidentelles permanentes*.

» c. Enfin, dans les solutions alcooliques de feuilles où la vie a disparu, ou bien dans celles de chlorophylle fraîche qui ont subi une certaine altération, les bandes accidentelles permanentes se présentent immédiatement *sans intervention* d'acide chlorhydrique.

» III. Comme dernière conséquence de l'analyse spectrale de la chlorophylle, disons que cette substance, si facile à modifier lorsqu'on l'envisage au point de vue physiologique, est au contraire beaucoup moins altérable qu'on ne le croit généralement. Elle résiste à l'action de l'iode, des acides, des alcalis, du travail digestif, et conserve, sous l'influence de ces agents, sinon sa composition et ses aptitudes primitives, du moins des caractères qui permettent de la retrouver au sein des mélanges les plus complexes, les plus variés et après un laps de temps considérable.

» Si la teinture alcoolique est détruite assez rapidement à l'air et surtout à la lumière solaire, les solutions huileuses opposent à ces mêmes agents une force de résistance très-remarquable, dont nous avons fait ressortir les conséquences dans certaines questions de philosophie naturelle. »

GÉOLOGIE. — *Sur l'état du volcan de Nisiros au mois de mars 1873.* Note de M. **H. Gorceix**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

(Renvoi à la Commission administrative.)

« L'île de Nisiros est située à peu de distance de l'extrémité sud d'une ligne dirigée à peu près du nord-nord-est au sud-sud-ouest, et presque perpendiculaire à l'axe volcanique de la Méditerranée. Autour de cette ligne sont

groupées, depuis Chio jusqu'à Rhodes, un certain nombre des îles des Sporades soumises à des tremblements de terre presque continuels. Le *commencement de* 1873 a été signalé par une recrudescence dans la violence des secousses; mais, presque toutes étant horizontales, aucun dégât notable ne s'est produit. Chio, Samos, Rhodes ont eu souvent à déplorer des désastres; Cos, Nisiros et les îles voisines n'ont jamais beaucoup souffert.

» Nisiros est pourtant un centre volcanique analogue à Santorin. Sa constitution est complétement volcanique; elle est formée par des laves sorties du cratère qui en occupe le centre. Strabon (liv. X, p. 373) parle de sa formation mythologique et des eaux chaudes qu'elle possède. Ross, vers 1840, l'a visitée; il signale les soufrières indiquées sur la carte de Brook et les phénomènes dont elles sont le siége. Sangrèbe, dans son *Histoire naturelle des volcans* (Ire partie, p. 248-249), ne fait que citer la relation de Ross. Depuis Brook, l'état et la situation des soufrières a notablement changé, et, lors de mon voyage aux mois de mars et d'avril 1873, cette partie de la carte ne représentait plus la configuration actuelle de cette portion du cratère primitif. Celui-ci a la forme d'une ellipse dont le grand axe, dirigé du nord-ouest au sud-est, a environ 2500 mètres de longueur, et le petit de 800 à 1000 mètres. Les bords du cratère, couverts d'un amoncellement de laves brisées, disloquées, sont terminés par des crêtes aiguës s'élevant à des hauteurs de 600, 700, 800 mètres, sauf du côté sud, où il existe une dépression. La pente du côté de la mer, quoique rapide, permet de faire partout l'ascension des pics les plus élevés, mais les parois internes sont taillées à pic, et la descente n'est praticable que par un petit nombre de sentiers. Le fond du cratère est à 130 mètres au-dessus du niveau de la mer; il est recouvert d'une couche de terre provenant de la décomposition des roches et forme un vaste cirque couvert d'arbres et de cultures.

» L'extrémité sud-est, sur une étendue peu considérable, est occupée par des fumerolles aqueuses très-actives. Tout autour, la lave a été altérée et transformée, comme à Pouzzoles, en une argile kaolinique blanche.

» Sur la paroi nord-est, quelques fumerolles se montrent encore à une hauteur de 150 mètres. Leur situation a varié, comme le montrent les taches blanches qui indiquent les points où la roche a été attaquée.

» La paroi sud-ouest, au-dessous du village de Nikia, est profondément rongée, bien qu'il n'y ait plus trace d'émanations, qui sont surtout groupées à l'est. Ces fumerolles forment deux centres d'émanations, situés à 250 mètres l'un de l'autre et occupant le fond de deux petits cratères d'âges différents, mais de formation récente par rapport au cratère principal de l'île. Le plus

ancien des deux occupe un réservoir circulaire, sans rebords extérieurs, de 140 mètres de diamètre et de 10 à 12 mètres de profondeur

» Les fumerolles, qui, au dire des habitants, diminuent d'activité, depuis dix ans, y sont groupées autour d'un diamètre dirigé de l'est à l'ouest. Leur température est partout supérieure à 100 degrés; les pluies d'hiver s'accumulant dans cette cavité peuvent la transformer en un petit lac sulfureux, dont la température atteint bientôt celle de l'eau bouillante. Des jets de gaz et de vapeur d'eau s'échappent par de nombreux orifices, autour desquels des cristaux de soufre forment de petites cheminées; le sol est partout imprégné d'acide sulfurique. Plusieurs essais faits sur place ont donné, pour composition de ces fumerolles :

Hydrogène sulfuré	65
Acide carbonique	30
Oxygène	0,4
Résidu	4,6

» Le résidu n'a pu brûler, mais l'essai était trop grossier pour conclure à la non-existence de gaz combustibles; une analyse complète, avec le gaz recueilli dans les tubes, résoudra la question. L'absorption par l'eau d'un peu d'acide carbonique, pendant l'essai par l'acétate de plomb, a pu augmenter le chiffre trouvé pour l'hydrogène sulfuré.

» Pendant que l'activité volcanique diminuait en ce point, elle augmentait d'une manière sensible dans la seconde solfatare. Celle-ci est entourée de parois coupées à pic à l'intérieur et s'inclinant en pente rapide à l'extérieur. Au nord, ces rebords se confondent avec les roches du cratère primitif; sur les autres côtés, ils sont formés de fragments de laves profondément altérées et soulevées à des hauteurs de 50 à 60 mètres, délimitant ainsi un petit cratère de forme irrégulière. Partout y existent des fumerolles, dont l'activité est surtout considérable sur les parois internes. La température est de 90 à 100 degrés à la surface; à une petite profondeur, elle atteint 110 à 115 degrés.

» Deux de ces fumerolles sont surtout remarquables. L'une est située à 50 mètres de la paroi est. D'un trou circulaire de 2 mètres de diamètre s'échappent avec violence des torrents de gaz et de vapeur, s'élevant en tourbillons blancs à une hauteur de plus de 100 mètres. La seconde est placée au fond d'un entonnoir adossé à la paroi sud; les vapeurs qui s'en échappent sont aussi considérables que dans la première, mais leur violence est moindre. L'une et l'autre n'existent que depuis une année.

» Les dégagements latéraux ont aussi une grande action; ils forment

une multitude de petits fours à soufre, substance se présentant en amas assez importants tout autour d'eux.

» Les analyses suivantes ont été faites sur place, à trois jours d'intervalle, sur deux fumerolles *a* et *b* de la paroi sud.

	a		*b*		
Hydrogène sulfuré	74	77	74	71,7	70
Acide carbonique	21,6	18	21,6	24	25,3
Oxygène	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Résidu	4	4,6	3,7	3,9	3,8
	100	100	99,7	100,0	99,5

» Le résidu a brûlé en produisant une petite détonation.

» Les gaz de la fumerolle centrale sont mélangés d'une grande quantité d'air; la proportion d'hydrogène sulfuré est moindre que dans les précédentes : on y trouve 23 d'hydrogène sulfuré pour 77 d'acide carbonique.

» En 1871, à la fin du mois de novembre, d'après les renseignements recueillis dans l'île même, ces solfatares avaient été le siége de phénomènes beaucoup plus actifs.

» A la suite d'un violent tremblement de terre, les habitants des villages de Nisiros entendirent des détonations comparables à une suite de coups de tonnerre; des flammes rouges et jaunes s'élevèrent plus haut que l'île au-dessus des points où il existait déjà auparavant quelques fumées, des pierres passèrent en sifflant au-dessus des pics les plus élevés, pour aller tomber dans la mer; les champs au fond du cratère primitif furent couverts d'une poussière blanche; la même nuit, les deux grandes fumerolles s'ouvrirent, et, depuis cette époque, elles n'ont pas cessé de vomir des vapeurs.

» C'est à la suite de cette éruption qu'a été modifiée la solfatare indiquée dans la carte de Brook, et elle s'est confondue avec le second cratère.

» L'île possède, au bord de la mer, un certain nombre de sources minérales situées à l'extrémité de couches de laves. La première jaillit dans la mer, au sud-ouest du village de Nikia; sa température est de 0°,55, bien qu'il y ait certainement mélange d'eau de mer. La seconde est située au cap Pétrodi; une troisième, à peu de distance au nord du village de Mandraki.

» A une heure du cap Soutro, des dégagements de vapeur d'eau mélangée d'un peu d'acide carbonique s'effectuent au milieu des rochers; la température varie de 30 à 35 degrés; un petit établissement de bains a permis de les utiliser.

» Tout autour de Nisiros, existent un certain nombre d'îlots de même nature : Hyali, situé à 3 milles au nord, est le plus curieux et le plus important de ces îlots; à l'extrémité de la pointe est, quand la mer est très-calme, on peut voir un dégagement gazeux.

» Cos, placé à 8 milles nord de Nisiros, possède deux petites solfatares, dont l'une est remarquable par un dégagement gazeux très-abondant et présentant la composition suivante :

Hydrogène sulfuré	8,6
Acide carbonique	90,2
Résidu (azote)	1,2

» Le dépôt de soufre est très-peu important; une source considérable d'eau ferrugineuse, légèrement sulfurée, jaillit à quelque distance.

» Telle était la situation du volcan de Nisiros, aux mois de mars et d'avril 1873. Depuis les temps historiques, aucune éruption avec *coulée* de lave n'avait eu lieu; des maisons avaient été bâties au fond du cratère, plusieurs à côté même des solfatares. Le gouvernement turc songeait à tirer parti du soufre; quelques renseignements m'avaient été demandés par les autorités du pays sur l'établissement d'une pareille exploitation. Dans ma réponse, je signalais les chances que l'on avait de voir l'établissement bouleversé par une nouvelle éruption; ces prévisions semblent avoir été confirmées. Une Note, insérée au *Journal officiel* du 15 juillet 1873, p. 4729, annonce, en effet, que le volcan de Nisiros est entré en activité :

« Une dépêche de l'*Hélion*, en relâche à Chanak, dans les Dardanelles, annonce qu'une éruption a eu lieu dans l'île de Nisiros, l'une des Sporades, sur l'emplacement d'un ancien volcan. Vers le 10 juin, de nouveaux cratères se sont ouverts et ont vomi des cendres, des pierres et de la lave; le sol en a été couvert sur une étendue considérable; mais heureusement personne jusqu'ici n'a péri. De nombreuses crevasses se sont formées sur la pente de la montagne, d'où ont coulé des eaux chaudes. L'île était chaque jour ébranlée par des tremblements de terre, qui ont jeté la terreur parmi les habitants. Les chocs ne se sont pas étendus aux îles voisines; mais on distinguait très-bien de Rhodes la fumée du cratère. »

» Une lettre, que je dois à l'obligeance de M. Missir, agent consulaire de France à Samos, confirme cette dépêche. Le 9 août, un témoin oculaire avait quitté l'île et avait rapporté à M. Missir que, continuellement, le volcan vomissait des cendres, des pierres et de l'eau qui *cristallisait* (*sic*). Il semble donc que l'éruption durait encore au commencement d'août. »

VITICULTURE. — *Réclamation de priorité, à propos de l'emploi du sulfure de carbone contre le Phylloxera.* Lettre de M. E. DE LAVAL à M. le Président.

(Renvoi à la Commission.)

« Je trouve dans le *Compte rendu* du 25 août dernier une Lettre de M. Dumas, annonçant qu'on a enfin trouvé, dans le département de l'Hé-

rault, un remède contre les ravages du Phylloxera. Le procédé, attribué à MM. Monestier, d'Ortoman et Lautaud consiste à pratiquer, autour de chaque cep, trois trous dans lesquels on verse du sulfure de carbone à l'aide d'un entonnoir, puis on recouvre le trou avec de la terre. Ce mode de destruction du puceron a obtenu un plein succès aux environs de Montpellier.

» J'ai l'honneur d'adresser à l'Académie un numéro du *Paris-Journal*, en date du 25 septembre 1872 (c'est-à-dire remontant à près d'une année) dans lequel, sous le titre de « Mode économique d'application des liquides curatifs de la vigne », j'ai indiqué exactement le même procédé général d'emploi, et j'ai conseillé deux liquides au nombre desquels figure le sulfure de carbone.

» Mon article a été reproduit par plusieurs journaux, et notamment par *le Paysan*, feuille d'agriculture pratique qui se publie à Lyon et compte un très-grand nombre d'abonnés dans le midi de la France. C'est peut-être ainsi que mon procédé a trouvé des expérimentateurs dans le département de l'Hérault.

» Dans tous les cas, il est naturel que je revendique la priorité de l'invention, aujourd'hui surtout que l'Académie, par l'organe de M. Dumas, constate le succès.

» En conséquence, je viens vous prier de vouloir bien renvoyer ma réclamation à la Commission du Phylloxera. »

M. West adresse une Note concernant l'utilité de l'étude des volumes des équivalents chimiques, qu'il a entreprise.

« ... Les volumes des substances inégalement dilatables présentent des rapports qui changent à chaque température, c'est-à-dire des rapports simplement accidentels, tandis que les volumes des substances également dilatables présentent seuls des rapports invariables et, par suite, des rapports comparables avec précision.

» On peut réaliser la condition de rendre deux substances également dilatables, moyennant qu'on abaisse suffisamment la température de la substance la plus dilatable, ou bien qu'on élève suffisamment la température de la moins dilatable. C'est entre les volumes dilatés ou contractés par ces changements de température qu'on doit effectuer la comparaison.

» Les conséquences numériques de ce qu'on a réalisé entre deux substances d'égale dilatabilité ne sont aujourd'hui susceptibles d'être men-

tionnées que pour les substances relativement auxquelles on a étudié les relations entre les températures et les volumes.

» On n'a encore fait ce genre d'études que sur peu de corps; mais ces études, bien qu'en petit nombre, ont suffi à l'auteur pour remonter des volumes des équivalents des corps composés à ceux des corps simples, ce qui lui a permis de reconnaître une partie des lois qui régissent ces derniers; autrement dit, de fixer les volumes théoriques des équivalents des corps simples, volumes correspondant à une dilatabilité type, et à l'aide de ces volumes élémentaires on détermine les volumes théoriques des équivalents des corps composés.... »

Cette Note sera soumise à l'examen de la Commission déjà nommée pour examiner le travail de M. West; cette Commission la transmettra elle-même, s'il y a lieu, à la Commission administrative.

M. **Cazauran** adresse une Note relative aux mesures à prendre contre la propagation du Phylloxera.

M. **Lebon** adresse deux Notes concernant l'emploi du gaz d'éclairage ou de la vapeur de soufre contre le Phylloxera.

M. **Vicat** adresse une Note relative à un instrument formant tarière, qu'il a construit spécialement pour introduire les substances insecticides jusqu'aux racines de la vigne.

Ces diverses Communications seront transmises à la Commission du Phylloxera.

M. **E. Duchemin** envoie un spécimen de la boussole circulaire au sujet de laquelle il a adressé une Note à l'Académie.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **Ed. Gouriet** adresse, de Niort, un Mémoire portant pour titre « Remarques sur les membres postérieurs des Phoques et sur l'extrémité caudale des Cétacés. »

(Commissaires : MM. Milne Edwards, de Lacaze-Duthiers.)

M. **A. Barbier** adresse, de Gujan (Gironde), une Note concernant les

principes qui lui paraissent devoir présider à la classification des familles dans le règne animal.

Cette Note sera soumise à l'examen de M. E. Blanchard.

M. J. Billet adresse, de Lyon, un Complément à ses Communications précédentes, concernant la navigation aérienne.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

M. A. Brachet adresse une Note relative au télescope catadioptrique binoculaire.

(Renvoi à la Commission du prix Trémont.)

M. Hena adresse une Note relative à des concrétions trouvées dans les terrains de Saint-Brieuc.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. B. Constant adresse une Note concernant la transmission des dépêches par des tubes pneumatiques.

(Commissaires : MM. Tresca, Resal.)

M. C.-M. Mathey adresse, de Plombières (Vosges), une Note relative à son procédé d'application de la force du vent à la vapeur.

(Renvoi à la Commission nommée.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Ouvrage de M. H. *Gérardin*, intitulé « Théorie des moteurs hydrauliques; applications et travaux exécutés pour l'alimentation du canal de l'Aisne à la Marne par des machines » (Renvoi au Concours du prix Dalmont);

2° Trois Mémoires de M. *Max. Marie*, intitulés « Sur quelques propriétés générales de l'enveloppe imaginaire des conjuguées », « Détermination du point critique où est limitée la convergence de la série de Taylor » et « Dé-

termination du périmètre de la région de convergence de la série de Taylor » (Ces documents sont renvoyés, conformément au désir exprimé par l'auteur, à la Commission du prix Poncelet);

3° Une brochure de M. *Mourette*, portant pour titre « Question du tonnage; Note sur la nouvelle base de perception des droits du canal de Suez »;

4° Le second Mémoire de M. *Van der Mensbrugghe*, sur la tension superficielle des liquides, considérée au point de vue de certains mouvements observés à leur surface.

ASTRONOMIE. — *Éphéméride de la comète à courte période de Brorsen calculée par M.* W. PLUMMER, *d'après les éléments de M. Hind,* communiquée par M. Le Verrier.

15h, temps moyen de Greenwich.

1873.	Asc. droite.	Dist. polaire.	1873.	Asc. droite.	Dist. polaire.
	h m s	° ′		h m s	° ′
Août 26...	6.28.38	93.57,9	Sept. 4...	7.22.26	91.14,1
27...	34.22	93.41,0	5...	28.41	90.54,6
28...	40.10	93.23,6	6...	35. 0	90.34,9
29...	46. 2	93. 6,0	7...	41.21	90.14,9
30...	51.57	92.48,0	8...	47.45	89.54,9
31...	6.57.56	92.29,8	9...	7.54.12	89.34,7
Sept. 1...	7. 3.58	92.11,2	10...	8. 0.41	89.14,3
2...	10. 4	91.52,4	11...	8. 7.12	88.53,8
3...	16.13	91.33,3			

ASTRONOMIE. — *Sur la comète de Brorsen et la comète de Faye, retrouvées à l'Observatoire de Marseille.* Note de M. É. STEPHAN, communiquée par M. Le Verrier.

COMÈTE V, 1873. (*Comète de Brorsen, retrouvée à l'Observatoire de Marseille, par* M. E. STEPHAN, *dans la nuit du* 31 *août au* 1er *septembre* 1873.)

1873.	T. m. de Marseille.	Ascension droite de la comète.	Distance polaire de la comète.	Étoile de comp.	Observ.
Septembre 1.	15h57m31s	7h6m32s,03	91°54′31″,2	*a*	Stephan.

Position moyenne de l'étoile de comparaison pour 1873,0.

Étoile de comp.	Grandr.	Asc. droite.	Dist. polaire.	Autorité.
a... 177 W. (anc. cat.) H. VII	9e	7h7m9s,69	91°51′49″,7	Cat. Weisse.

» La comète a l'apparence d'une nébulosité ovoïde, diffuse, d'une

excessive faiblesse, avec une trace de condensation vers la *partie centrale*. L'observation est très-difficile.

COMÈTE VI, 1873. (*Comète de Faye, retrouvée à l'Observatoire de Marseille, par* M. E. STEPHAN, *dans la nuit du* 3 *au* 4 *septembre* 1873.)

1873.	Temps moyen de Marseille.	Asc. droite de la comète.	Dist. polaire de la comète.	Étoile de comp.	Observ.	Correct. du *Jahrbuch* (Obs. calc.) en Æ.	en P.
Sept. 3.	$16^h 9^m 3^s$	$7^h 0^m 48^s,37$	$74° 12' 33'',80$	*b*	E. Stephan.	$+0^s,48$	$-4'',8$

Position moyenne de l'étoile de comparaison pour 1873,0.

	Étoile de comp.	Grandr.	Asc. droite.	Dist. polaire.	Autorité.
b....	15 W. (n. c.) H. VII.	9e	$7^h 3^m 4^s,51$	$74° 11' 18'',1$	Cat. de Weisse.

» La comète est excessivement faible, très-petite, mais avec un petit noyau bien net, qui rend l'observation facile. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Nouvelles observations relatives à la présence du magnésium sur le bord du Soleil, et réponse à quelques points de la théorie émise par M. Faye.* Note de M. TACCHINI.

« Palerme, 27 août 1873.

» Comme suite à ma Communication insérée aux *Comptes rendus* du 30 juin, je crois devoir présenter à l'Académie le complément des observations faites sur la raie *b* et la raie 1474*k* au bord du Soleil. Voici les nombres des positions observées chaque jour :

1873.	Magnésium.	1474*k*.	1873.	Magnésium.	1474*k*.	1873.	Magnésium.	1474*k*.
Juin 20...	54	56	Juill. 9...	58	59	Juill. 29...	54	58
21...	60	60	11...	53	58	30...	51	58
22...	57	59	13...	48	49	31...	60	60
23...	60	60	14...	53	54	Août 1...	32	40
26...	39	39	15...	26	44	2...	48	53
27...	47	51	16...	60	60	3...	55	57
28...	49	57	18...	54	57	6...	53	58
29...	49	57	19...	56	58	9...	52	55
30...	51	58	21...	43	48	10...	53	58
Juill. 2...	36	40	24...	32	39	15...	56	58
5...	59	59	25...	55	59	16...	51	56
6...	53	54	26...	52	55	26...	46	50
7...	58	58	28...	46	51	27...	60	60

» Comme j'ai eu le soin de prendre seulement les jours où le ciel était très-clair et l'air tranquille, ou certains jours, comme le 27 août, dans les-

quels, l'air étant troublé, on distinguait cependant le magnésium avec une parfaite netteté, il est évident que les différences offertes par les nombres ci-dessus dépendent vraiment de la différence de distribution des vapeurs le long du bord, laquelle est très-variable et indépendante de la position du disque. Quant à la fréquence, comparée à celle de l'année dernière, elle me semble bien plus grande; car, dans le mois de juillet 1872, on trouve cinq jours avec le nombre des positions surpassant cinquante, tandis que, en juillet 1873, nous en avons quatorze. Les observations du mois d'août montrent encore une constance extraordinaire du maximum. La raie 1474 *k* accompagne toujours les raies *b*, mais donne un nombre de positions presque toujours plus grand, c'est-à-dire qu'il y a des positions où on la distingue, tandis que le magnésium n'est pas visible, circonstance qui me semble indiquer qu'elle n'appartient pas aux raies du fer, qui est bien plus lourd que le magnésium.

» J'ajouterai quelques mots au sujet de la dernière Note de M. Faye. L'illustre astronome se préoccupe vivement, en voyant s'accroître le nombre des adversaires de sa théorie, et je le comprends; mais ce que je n'ai pas compris, c'est le rôle qu'il fait jouer à mes critiques à l'égard de MM. Zöllner et Tarry. Quant à moi, je ne puis pas admettre que MM. Zöllner et Tarry aient accepté mes conclusions aussi inconsidérément que semble le croire M. Faye; je suis bien certain, et l'on aurait grand tort de soupçonner le contraire, que ces deux savants, avant de se prononcer, auront dû s'occuper sérieusement du travail de M. Faye, ainsi que de mes observations et des critiques que j'en ai déduites, en sorte que l'opposition qu'ils ont faite à la théorie des cyclones n'est pas une acceptation aveugle de mes conclusions.

» Quant à moi, pour répondre à M. Faye, j'aurais de nouvelles observations à lui présenter : ainsi, hier, sur le bord occidental, j'ai trouvé de belles facules entre 45 et 58 degrés, sans taches ni trous. Elles devaient être sur le bord le matin suivant, et, en considération de leurs caractères, je m'attendais à avoir un spectre métallique. En effet, ce matin, quoique le ciel fût très-brumeux, j'ai trouvé le spectre métallique assez intense. Je pourrais répéter ici mes raisonnements, qui me conduiraient rigoureusement aux mêmes conclusions; je pourrais y ajouter d'autres observations et d'autres dessins, mais tout cela serait inutile; car l'illustre académicien répondrait tout simplement en disant : « *Quant à ses observations, je suis loin de les contester; leur parfait accord avec ma théorie me dispense d'ailleurs de les rappeler.* »

» En ce qui concerne les pénombres, M. Faye aurait raison si les pénombres dans les taches solaires étaient semblables à des anneaux très-minces, montrant des filets rudimentaires de la facule; mais, au contraire, la pénombre est presque toujours très-large, et beaucoup de ses langues ou courants vont jusqu'au fond, partageant et segmentant les noyaux d'une manière tout à fait contraire à ce que font les cyclones. Par conséquent, il y a bien lieu de s'étonner que, dans 634 observations de taches, 9 seulement présentent des indices d'un mouvement tourbillonnant! Les tourbillons n'existent que dans un nombre de cas très-restreint, et, quand le tourbillon se forme, la pénombre, sans perdre ses caractères ordinaires, prend une disposition spirale conforme au sens du tourbillon.

» M. Faye me fournit le moyen plus sûr de mettre en défaut sa théorie. Je le prierai de vouloir bien donner un coup d'œil à la Table XVII des *Memorie;* il pourra constater que les dessins des taches qu'il a déjà invoquées en faveur de sa théorie lui sont contraires, car ils montrent des mouvements opposés dans les *fig.* 5 et 9, tandis que les taches étaient dans le même hémisphère. Mais supposons encore, en faveur de M. Faye, que mon observation soit fausse; la question resterait toujours la même, car je n'ai jamais dit que les tourbillons ne se présentent jamais; au contraire, j'ai démontré leur existence par l'observation. Je n'ai jamais dit qu'ils doivent se former contrairement aux lois indiquées par M. Faye, mais j'ai seulement cherché à démontrer que les tourbillons n'existent, dans les taches, que dans des cas très-rares : mes observations et mes conclusions ont obtenu l'approbation de quelques autres savants, et voilà tout.

» Quant au second point, je me permettrai de dire à l'illustre astronome qu'il n'y a pas de méprise : son dessin et les expressions si claires qui l'accompagnent m'auraient plus qu'autorisé à prendre en considération la couronne de protubérances régulières, et même, sans le dessin, c'est une conséquence naturelle des courants ascendants de M. Faye tout autour du tourbillon. La symétrie, comme la fait intervenir M. Faye, n'a aucune importance, c'est-à-dire que, au lieu de se présenter toujours, avec ou sans régularité, avec ou sans symétrie, il y a des cas où la couronne n'existe pas, ce que l'illustre astronome a cru devoir passer sous silence, comme les spectres métalliques.

» Arrivons au troisième et dernier point. Ici, M. Faye renverse entièrement l'ordre de mon raisonnement, c'est-à-dire que, ce que j'ai présenté comme conséquence de sa théorie, il le donne comme prémisses; peut-être la différence de langue a-t-elle contribué à faire interpréter mon raisonnement

avec peu d'exactitude. En effet, est-il possible de se demander si les protubérances se montrent ou non aux pôles du Soleil, si les protubérances se trouvent ou non en dehors des taches? L'observation spectrale a complétement résolu ces questions. La véritable question se pose d'une manière inverse : elle consiste à examiner si la théorie de M. Faye est d'accord avec l'ensemble des faits observés, et, sur ces points, j'ai trouvé qu'il n'en est rien. En effet, je le répète, il prétend que, parmi les hypothèses qui doivent disparaître définitivement, se trouve celle des éruptions internes donnant naissance aux taches; quant aux spectres métalliques des taches, il les considère comme le résultat de la circulation hydrogénique produite par le tourbillon ou par la tache. Or j'ai démontré, par l'observation, qu'il y a des taches sans protubérances et sans spectres métalliques, c'est-à-dire sans tourbillons.

» M. Faye dit que la constance d'épaisseur de la chromosphère est maintenue par l'appel des taches, qui abandonnent par leur orifice inférieur l'hydrogène qu'elles ont aspiré, et lui permettent de se répandre dans les couches supérieures, d'où il remonte avec une *extrême vitesse* pour *s'élancer* en jets plus ou moins inclinés dans l'espace presque vide qui surmonte la chromosphère; et c'est ainsi qu'il croit établir l'équilibre. Or, outre que j'ai exposé des cas où cette circulation n'existait pas, j'ai fait voir encore que l'équilibre était impossible, car il y a des époques sans taches, mais avec beaucoup de protubérances, et des époques de protubérances aux pôles, sans taches; de là mes conséquences contre la théorie de M. Faye et contre la compensation admise par lui. Je n'ai donc rien imaginé : j'ai seulement discuté en m'appuyant sur les propositions énoncées par M. Faye.

» J'espère que le savant astronome voudra bien relire mes Notes : il pourra mieux juger alors du véritable état de la question, et il me pardonnera sans doute si je continue à soutenir que sa théorie ne représente pas les faits que j'observe chaque jour directement et avec le spectroscope. »

GÉOGRAPHIE ET NAVIGATION. — *Sur l'emploi des chronomètres à la mer.* Lettre de M. DE MAGNAC à M. Yvon Villarceau.

« Je viens de terminer les calculs relatifs aux recherches chronométriques de la deuxième campagne du vaisseau *le Jean-Bart;* je m'empresse de vous faire part des résultats auxquels ils m'ont conduit : ils sont tout

à fait concluants, c'est-à-dire qu'ils démontrent complétement que l'application de la série de Taylor et de la méthode d'interpolation de M. Cauchy au calcul des marches diurnes des chronomètres permet d'atteindre une précision et, par conséquent, de conserver l'heure du premier méridien avec une exactitude extraordinaire.

» La première partie de mon travail, faite avec les observations de la frégate *la Victoire*, m'avait amené à cette conclusion, que :

» De toutes les causes physiques agissant à bord sur les chronomètres, les principales sont la température et le temps, et que le théorème de Taylor rend parfaitement compte de leurs actions.

» Un point capital se trouvait ainsi obtenu : la construction des chronomètres est arrivée à un assez haut degré de perfection pour que la fonction du temps et de la température, qui représente la marche diurne, soit presque toujours continue; mais il n'était pas prouvé que l'on n'eût pas souvent à redouter l'action perturbatrice de causes autres que le temps et la température, et surtout l'impossibilité de les combattre. Pour un chronomètre isolé, l'étude de l'action de ces causes perturbatrices est absolument impraticable; nous avons donc dû laisser de côté le cas où l'on n'aurait qu'un chronomètre et ne chercher à étudier qu'un groupe de ces instruments.

» A ce sujet, il se présentait de suite à l'esprit cette grave objection : si les causes perturbatrices toujours communes, telles que le roulis, le tangage, les secousses, l'électricité, agissent d'une manière sensible sur la plupart des montres, il faudra étudier les perturbations d'un groupe de montres tout comme celles d'un chronomètre isolé, et alors nous devrons renoncer à poursuivre notre but; mais, d'après nos premières observations, nous pensions qu'il n'en était pas ainsi et que le plus grand nombre des montres étaient en fait, pour nous, insensibles à ces causes de perturbations; c'est ce que nous avons cherché à vérifier définitivement, pendant les deux dernières campagnes du *Jean-Bart*.

» Dans ce but, on a observé tous les jours, à $7^h 30^m$ du matin, les différences des heures des chronomètres pris deux à deux; on en a conclu les variations diurnes observées de ces différences d'heures, qui sont, comme on le sait, égales aux différences des marches diurnes des chronomètres; en outre, on a calculé, au moyen de la série de Taylor, les marches diurnes de chaque chronomètre; on en a déduit les variations diurnes calculées; on a alors comparé les variations observées aux variations calculées : toutes les fois que leurs écarts restaient dans les limites d'erreurs d'observation,

STATIONS.	LONGITUDES obtenues avec les chronomètres du vaisseau *le Jean-Bart*.		DIFFÉRENCES entre les longitudes des deux campagnes.	LONGITUDES de la *Connaissance des Temps* et de M. Mouchez.	DIFFÉRENCES de ces longitudes avec celles du *Jean-Bart*.		NOMBRE DE JOURS DE MER depuis le départ de France jusqu'aux jours des observations des longitudes.	
	Campagne 1871-1872.	Campagne 1872-1873.			1871-1872.	1872-1873.	1871-1872.	1872-1873.
	h m s	h m s	s	h m s	s	s		
Palmas........	I. 1.11. 2,60 O.	I. 1.11. 4,22	— 1,62	1.11. 2,60 C. T.	0,00	+ 1,62	13	11
Gorée.........	I. 1.18.56,75 O.	I. 1.19. 0,88	— 4,13	1.19. 0,00 C. T.	— 3,25	+ 0,88	23	19
Balisa.........	I. 2.43.24,62 O.	I. 2.43.26,69	— 2,07	2.43.24,66 M.	— 0,04	+ 2,03	46	42
Rio-de-Janeiro.	»	I. 3. 1.57,97	»	3. 1.58,12 M.	»	— 0,15	»	59
Montevideo.. .	I. 3.54. 8,87 O.	»	»	3.54. 8,76 M.	+ 0,11	»	70	»
Cape-Town....	E. 1. 4.33,89 E.	I. 1. 4.33,00	+ 0,89	1. 4.33,50 C. T.	+ 0,39	— 0,50	106	87
Lisbonne.......	»	E. 0.45.57,9	»	0.45.55,00 C. T.	»	+ 2,90	»	» (1)

Nota. — I. indique que les longitudes qui suivent ont été obtenues par interpolation, E. par extrapolation.

(1) La longitude de Cape-Town a été prise comme point de départ pour obtenir celle de Lisbonne, qui a été calculée par une extrapolation étendue à *cinquante-neuf* jours de traversée. Ajoutons que, en prenant Brest pour point de départ d'Europe et Lisbonne pour point d'arrivée, on trouve que, au bout de *cent quarante-six* jours de mer, l'heure de Paris est conservée à $3^s,4$ près.

on admettait que les chronomètres auxquels ils se rapportaient avaient suivi les marches calculées; mais si, au contraire, ils dépassaient les limites fixées, on regardait les montres comme ayant subi des perturbations et l'on rejetait leurs indications. En opérant de cette manière, nous sommes arrivé à constater ce fait très-remarquable, c'est que, sur un groupe de quatre chronomètres, un a éprouvé des perturbations fréquentes, un second n'en a éprouvé que d'assez rares, ces perturbations ont été très-rares pour un troisième et elles n'ont pour ainsi dire pas existé pour un quatrième; en définitive, on a toujours eu, en même temps, au moins deux chronomètres n'ayant point de perturbations; on a donc pu conserver l'heure de Paris très-exacte, ainsi qu'on en va juger.

» L'inspection du tableau ci-contre montre que les longitudes observées dans les deux campagnes ne diffèrent que des faibles quantités suivantes :

$$-1^s,62, \ -4^s,13, \ -2^s,07, \ +0^s,89.$$

Ces nombres sont très-satisfaisants; car ils sont tout à fait dans les limites d'erreurs d'observation. Les méthodes en usage à bord des navires et qui nous ont servi à observer les heures ne permettent pas d'en répondre à plus de ± 2 secondes : or la combinaison fortuite de deux erreurs pareilles peut produire, sur la différence de deux longitudes, une erreur de ± 4 secondes; si l'on tient compte, en outre, des erreurs des températures, on aperçoit à première vue que l'on peut avoir à redouter, dans le cas qui nous occupe, une erreur supérieure à $-4^s,13$, la plus forte des discordances de nos longitudes obtenues dans les deux campagnes de 1871-1872 et 1872-1873.

» Si, d'un autre côté, nous comparons nos longitudes à celles qui sont données dans la *Connaissance des Temps*, ou à celles de M. Mouchez, nous ne trouvons encore que des différences très-petites.

» Nos résultats sont donc aussi précis qu'on pouvait le demander, surtout eu égard aux très-grands nombres de jours de mer au bout desquels ils ont été obtenus. Nous attirerons particulièrement l'attention sur celui de la traversée du cap de Bonne-Espérance à Lisbonne; elle a duré 59 jours : les marches diurnes ont été calculées par extrapolation et la longitude obtenue ne diffère que de $2^s,9$ de celle de la *Connaissance des Temps*. Ceci est fort important au point de vue de la navigation, pour laquelle il faut extrapoler. En ce qui concerne les positions géographiques, on pourra facilement pousser la précision plus loin : il suffira d'employer huit chronomètres au lieu de quatre, en ayant soin de les étudier avant le départ,

puis de substituer la lunette méridienne portative au sextant, et enfin d'employer des thermomètres donnant le dixième de degré. Moyennant ces précautions, on parviendra sûrement à conserver l'heure de Paris, pour ainsi dire sans erreur, à moins toutefois de circonstances tout à fait extraordinaires, telles qu'un cyclone, la seule qui ne se soit pas présentée pendant les cinq années d'études que nous avons faites, soit sur la *Victoire*, soit à bord du *Jean-Bart*.

» Je suis très-heureux, Monsieur, de vous faire parvenir ces dernières preuves décisives de l'excellence de la méthode que vous avez proposée pour le calcul des marches diurnes des montres marines : vous avez rendu un nouveau service à la science et à la navigation; je ne doute pas qu'il ne soit bientôt apprécié par les marines des divers États. Déjà, lors de notre passage à Rio-de-Janeiro, Sa Majesté l'empereur du Brésil, à laquelle aucun progrès de la science ne reste étranger, m'a fait l'honneur de m'appeler pour lui exposer la nouvelle méthode, afin de pouvoir la faire mettre en pratique dans la marine brésilienne. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Réflexions sur les générations spontanées, à propos d'une Note de M.* U. Gayon *sur les altérations spontanées des œufs, et d'une Note de M.* Crace-Calvert *sur le pouvoir de quelques substances de prévenir le développement de la vie protoplasmique;* par M. A. **Béchamp**.

« Il y a quelques années, j'ai publié, sur la *fermentation alcoolique et acétique des générations spontanées des œufs*, un travail où je disais : « L'œuf » porte en lui-même, normalement, la cause de cette fermentation, et c'est » surtout dans le jaune que réside cette cause ». Un autre travail montrera que j'aurais pu intituler cette Note : « *Des microzymas de l'œuf considérés comme organismes producteurs d'alcool et d'acide acétique* (1) ».

» Mon intention était de ne revenir sur ce sujet qu'après avoir résolu quelques-uns des problèmes qu'il soulève et qui se rattachent à mes autres études sur les microzymas. Il fallait, notamment, reprendre l'étude des matières albuminoïdes de l'œuf et les caractériser, afin de déterminer dans quelle limite on peut dire qu'elles sont modifiées dans l'altération provoquée par le procédé de M. Donné. Ce travail est très-avancé (2). La

(1) *Comptes rendus*, t. LXVII, p. 523.

(2) Contrairement à ce que l'on croyait, il y a au moins trois matières albuminoïdes distinctes dans le blanc d'œuf; dans le jaune, outre les microzymas qui sont insolubles dans l'eau, il y en a au moins deux qui y sont solubles.

Note que M. U. Gayon a récemment présentée à l'Académie (1) m'oblige à modifier le plan que je m'étais tracé. Les critiques adressées à la conclusion que je rappelais en commençant soulèvent une question de méthode qu'il m'importe, dans l'intérêt de cette étude, d'examiner avant tout. « On se rappelle, dit M. Gayon, les expériences décisives par lesquelles M. Pasteur a combattu victorieusement les théories de la génération spontanée, je veux parler de la disposition simple qui consiste à conserver au contact de l'air pur, à l'abri de tous germes actifs, les liquides les plus altérables, tels que le sang et l'urine. » Et l'auteur s'efforce de démontrer que je me suis trompé ; qu'il n'y a dans l'œuf, dans le jaune, normalement, nécessairement, rien à quoi l'on doive attribuer les transformations observées. Pour les expliquer, il fait intervenir des germes de l'air, accidentellement introduits dans l'œuf avant le dépôt de l'enveloppe calcaire de la coquille. Je répondrai plus tard à l'argumentation de M. Gayon, par des faits que je crois pouvoir regarder comme décisifs ; mais mon honorable contradicteur laisse croire que, dans mes recherches, je ne prends aucune précaution contre les *germes actifs* de l'atmosphère. C'est ici que se place la question de méthode.

» Je ne sais jusqu'à quel point les sectateurs de l'hétérogénie ont été convaincus ; ce qu'il y a de certain, c'est qu'une école physiologique n'en continue pas moins de professer la doctrine que l'on dit vaincue, et ici je ne fais pas allusion aux savants qui font dériver le monde organisé d'un monère, simple flocon d'albumine vivante, spontanément formé, mais à ceux qui soutiennent que la cellule, dans les êtres supérieurs, naît d'un protoplasma vivant où n'existerait rien d'organisé. Quoi qu'il en soit, je me hâte de déclarer que je n'ai aucune objection à élever contre la méthode invoquée. Or cette méthode, qui a pour but de tuer les germes atmosphériques ou d'en empêcher l'arrivée dans les mélanges ou les produits fermentescibles, est insuffisante et caduque quand il s'agit d'expérimenter sur des matériaux dans lesquels on veut démontrer l'existence d'éléments anatomiques vivants, qui proviennent d'êtres dont toutes les parties ont eu le contact de l'air atmosphérique normal, c'est-à-dire chargé de poussières où, comme je l'ai démontré, dominent précisément des microzymas d'un certain ordre.

» La méthode plus générale que j'ai substituée à celle-là, en la combinant au besoin avec elle, consiste à introduire de la créosote, de l'acide phé-

(1) *Comptes rendus*, t. LXXVII, p. 214; 21 juillet 1873.

nique, des agents analogues ou autres, dans le milieu fermentescible. J'ai eu l'occasion d'y insister plusieurs fois devant l'Académie et d'en exposer la théorie. Je demande la permission de répéter que la créosote, par exemple, employée à dose non coagulante, qui n'empêche pas une fermentation commencée de s'achever, a pour effet, non, sans doute, de tuer les germes atmosphériques, mais de s'opposer à leur évolution en moisissures, bactéries ou autres infusoires, selon les circonstances. Réciproquement, elle peut enrayer l'usure et la destruction physiologique de certaines cellules. Il n'est pas même nécessaire que la créosote soit introduite dans le milieu fermentescible; il suffit que celui-ci soit placé dans une atmosphère qui en contient la vapeur. Sous son influence, ou celle d'agents analogues bien choisis, même sans prendre d'excessives précautions, les matières les plus altérables se conservent au contact de l'air sans subir de transformation chimique appréciable, alors que, sans leur usage, les moisissures ou les bactéries, ou d'autres infusoires apparaissent, lesquels opèrent consécutivement la transformation de la matière.

» Il n'est peut-être pas inutile d'ajouter que, cette méthode, je l'avais appliquée à une époque où la question des générations spontanées n'était pas de nouveau soulevée, c'est-à-dire longtemps avant 1858. Depuis lors, elle a fait ses preuves; la théorie qui en découle a été confirmée, et ses conséquences ont abouti à des applications, même pour l'art de guérir. En effet : 1° M. Crace-Calvert (1) s'est assuré que l'acide phénique et le crésylique sont « des substances qui préviennent entièrement le développement de la vie protoplasmique et de la moisissure ». Comme moi, M. Calvert se sert de ces substances à dose non coagulante. Sans doute ce savant appelle « vie protoplasmique » le développement des vibrions et des bactéries. Cela est de peu d'importance, bien que ce soit là le langage d'un spontépariste. M. Calvert dit : « prévient le développement de la vie protoplasmique », là où je dis : « empêche l'évolution des germes atmosphériques en vibrions, bactéries ou moisissures ». C'est une nuance, mais ce qui reste acquis, c'est que la créosote et les agents analogues créent un milieu stérile où n'apparaît rien d'organisé. 2° M. Masse (2), en 1864, a appliqué la créosote au traitement du sycosis parasitaire, en s'appuyant sur la théorie que je viens de résumer. « C'était, dit-il, un nouveau parasiticide à essayer. Toutefois, il ne fallait pas se faire illusion; la créosote

(1) *Comptes rendus*, t. LXXV, p. 1015; 28 octobre 1872.

(2) *Comptes rendus*, t. LIX, p. 574, et *Montpellier médical*, t. XIII, p. 441.

ne devait point tuer immédiatement le parasite développé, puisqu'elle n'arrête pas une fermentation qui a commencé. Elle s'oppose au développement ultérieur des spores; elle crée dans les follicules pileux un terrain stérile, dans lequel le cryptogame ne pourra que s'épuiser et mourir. » La guérison est venue donner raison à la théorie. Plus tard, dans les mêmes hôpitaux de Montpellier, M. Pécholier (1) a employé, avec succès, le même agent dans le traitement de la fièvre typhoïde, et les résultats obtenus ont été confirmés par M. Gaube (2). Enfin MM. Barrant et Jessier se sont servis de l'acide phénique dans le traitement de la fièvre intermittente, en invoquant la même théorie. Je pourrais multiplier les cas où la créosote et l'acide phénique ont eu des applications médicales couronnées de succès.

» Il est donc démontré que la nouvelle méthode empêche les fermentations, parce qu'elle s'oppose à la naissance des ferments organisés par les germes atmosphériques. La méthode ancienne empêche les mêmes manifestations, parce qu'elle tue les germes ou s'oppose à leur arrivée dans le milieu fermentescible. On voit la différence. Je reviens à la Note de M. Gayon. L'auteur, après avoir rappelé la conservation de l'urine et du sang par l'ancienne méthode, annonce qu'il a conservé de même l'albumine et son mélange avec le jaune. J'ai plusieurs fois insisté sur ce que l'albumine, la gelée de gélatine, le bouillon ou l'infusion de levûre, sucrés ou non, d'autres matières albuminoïdes, additionnés de créosote, se conservaient sans difficulté au large contact de l'air. Pour ce qui est de l'urine, celle qui a été créosotée ou phéniquée, même sans être filtrée, ne s'altère plus; j'ai l'honneur d'adresser à l'Académie un Mémoire imprimé sur la kyestéine, où se trouvent rapportées mes expériences. Le sang aussi se conserve aisément; c'est un des liquides où apparaissent le plus difficilement des bactéries. Tous les médecins légistes savent que le poumon est, de tous les viscères, celui qui se putréfie le dernier. M. Le Ricque de Monchy (3) n'a jamais vu apparaître de bactéries ou de vibrions dans un mélange créosoté de sang et d'empois de fécule; bien mieux, un mélange créosoté de gelée de gélatine et de sang ne se fluidifie pas, parce que des vibrions n'y apparaissent point. Quant au mélange du blanc et du jaune de l'œuf, M. Donné et moi avons fait remarquer qu'il n'est pas facile d'en

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXVIII, p 671; mars 1869.
(2) *Ibid.*, t. LXIX, p. 838; octobre 1869.
(3) *Mémoires de l'Académie des Sciences de Montpellier*, t. VII, p. 175; 1869.

obtenir la fermentation; ce qu'il y a de certain, c'est que jamais, ni M. Donné, ni moi, n'y avons vu ni bactéries, ni vibrions, ni moisissures, ni autre chose d'organisé. J'affirme de nouveau qu'il n'y a, normalement, dans le mélange, avant et après la fermentation, que des microzymas; j'affirme, de plus, que nulle part, bien que M. Gayon me le fasse dire, je n'ai soutenu que les microzymas de l'œuf évoluassent en bactéries ou produisissent des cellules de levûre alcoolique. Les microzymas du jaune d'œuf sont d'un ordre spécial, sans doute par destination; ce sont eux qui ne permettent pas de dire que l'animal qui se développe dans l'œuf est le produit d'une génération spontanée; mais ceci formera l'objet d'une nouvelle Note (1). »

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie. É. D. B.

---

(1) M. Béchamp joint à cette Note diverses brochures se rapportant au même sujet, et relatives, en particulier, à la nature de la kyestéine, aux microzymas, aux organes microscopiques de la bouche, et à l'alimentation.

ERRATA.

(Séance du 4 août 1873.)

Page 350, ligne 16, *au lieu de*

$$c' = \sqrt{\left[\frac{(E' - R'I')\, 10 g^2}{2\pi m I}\right]^2}, \quad \textit{lisez} \quad c' = \sqrt[5]{\left[\frac{(E' - R'I')\, 10 g^2}{2\pi m I}\right]^2}.$$

Observations météorologiq. faites a l'Observatoire de Montsouris. — Aout 1873.

Dates.	Hauteur du baromètre à midi.	Thermomètres du jardin. Minima.	Maxima.	Moyennes.	Thermomètres de la terrasse (1). Minima.	Maxima.	Moyennes.	Excès sur la moyenne normale de chaque jour.	Température moyenne du sol à $0^m,02$.	à $0^m,10$.	à $0^m,30$.	à $1^m,00$.	Thermomètres conjugués dans le vide ($T'-t$).	Tension de la vapeur (moyenne du jour).	État hygrométrique (moyenne du jour).	Électricité atmosphérique.	Ozone.
		°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°				
1	759,1	17,1	25,2	21,2	17,1	24,3	20,7	1,4	21,6	22,3	22,2	19,7	10,2	9,83	63	»	5,5
2	761,1	11,0	23,9	17,5	11,5	23,5	17,5	-1,9	20,7	20,9	21,3	19,8	12,4	8,62	60	»	5,5
3	760,0	10,9	25,5	18,2	12,1	24,0	18,1	-1,3	21,4	21,4	21,4	19,8	12,7	9,01	60	»	7,5
4	757,9	11,3	27,1	19,2	12,9	26,5	19,7	0,5	21,5	21,8	21,4	19,8	12,5	8,82	55	»	5,5
5	755,9	12,8	28,2	20,5	14,0	28,0	21,0	1,8	22,9	22,6	21,7	19,8	12,5	9,82	58	»	3,0
6	756,4	14,1	30,2	22,2	15,2	29,1	22,2	3,6	23,5	23,5	22,2	19,9	11,5	11,38	62	»	1,5
7	760,5	14,7	28,9	21,8	15,0	28,7	21,9	3,3	22,9	22,8	22,4	20,0	8,6	13,25	75	»	4,0
8	755,0	15,6	37,2	26,4	16,9	35,5	26,2	7,6	25,6	24,2	22,7	20,2	7,2	13,20	57	»	3,0
9	753,4	16,5	21,6	19,1	16,9	21,1	19,0	0,7	18,2	20,7	22,5	20,2	6,0	10,25	71	»	10,5
10	759,4	9,6	21,7	15,7	10,0	20,8	15,4	-3,2	17,1	18,6	20,5	20,3	8,5	7,70	63	»	5,5
11	756,4	12,1	22,2	17,2	12,9	21,7	17,3	-1,6	16,6	18,2	19,9	20,1	6,7	10,33	80	»	15,0
12	760,6	12,1	23,8	18,0	12,9	22,5	17,7	-1,0	17,9	18,7	19,4	19,9	4,2	11,43	75	»	14,5
13	757,9	14,2	23,6	18,9	15,0	23,7	19,4	0,3	18,0	18,9	19,5	19,8	5,1	11,73	77	»	7,0
14	760,5	11,1	25,2	18,2	11,8	23,1	17,5	-1,4	18,6	19,2	19,5	19,6	10,5	9,31	66	»	8,0
15	759,7	11,5	28,9	20,2	12,8	28,2	20,5	2,1	21,1	21,2	20,2	19,5	10,8	11,06	65	»	6,5
16	754,9	14,1	33,9	24,0	15,4	32,2	23,8	5,1	23,2	22,5	21,3	19,5	10,6	11,52	61	»	6,0
17	761,4	11,8	24,2	18,0	12,7	23,1	17,9	-0,5	20,0	21,3	21,5	19,6	11,1	7,43	57	»	6,0
18	752,2	10,8	21,3	16,1	12,3	21,2	16,8	-1,8	16,6	18,7	20,5	19,7	3,0	9,63	76	»	5,5
19	749,9	12,6	22,8	17,7	12,9	21,8	17,4	-1,2	15,9	17,7	19,2	19,7	7,8	9,02	71	»	16,5
20	754,1	10,4	22,4	16,4	11,1	21,9	16,5	-1,9	16,7	17,8	18,7	19,5	11,6	8,64	62	»	»
21	754,5	14,9	25,2	20,1	15,1	24,8	20,0	1,6	18,6	19,0	19,1	19,3	8,5	11,94	72	»	11,0
22	754,5	13,5	27,1	20,3	14,1	26,2	20,2	1,3	19,5	19,8	19,5	19,2	8,6	11,73	68	»	1,5
23	753,0	14,9	26,7	20,8	15,1	25,4	20,3	2,2	19,0	19,6	19,8	19,2	7,8	11,83	73	»	4,0
24	750,9	13,4	30,2	21,8	14,2	28,2	21,2	3,1	20,4	20,7	20,1	19,2	10,5	12,79	72	»	5,5
25	753,6	15,5	28,2	21,9	16,1	27,2	21,7	3,7	20,1	20,7	20,4	19,3	7,6	13,60	78	»	9,0
26	755,9	14,5	26,0	20,3	15,1	26,6	20,9	2,8	18,8	20,1	20,3	19,3	10,3	10,65	66	»	14,5
27	756,4	13,5	25,5	19,5	13,8	25,2	19,5	1,7	18,9	19,7	20,0	19,4	8,1	10,43	65	»	6,5
28	751,1	13,9	23,1	18,5	13,7	23,2	18,5	0,8	16,6	18,5	20,0	19,3	6,8	9,50	66	»	»
29	753,5	11,9	20,0	16,0	12,1	20,5	16,3	-1,4	14,5	16,7	18,7	19,3	6,4	7,82	65	»	»
30	750,5	11,1	20,1	15,6	11,7	20,4	16,1	-1,6	15,8	16,6	17,8	19,1	2,8	11,69	86	»	8,5
31	754,3	15,1	21,8	18,5	15,4	22,0	18,7	1,3	18,1	18,3	18,2	18,9	3,2	14,13	90	»	7,0
Moy.	756,0	13,1	25,5	19,3	13,8	24,9	19,4	0,8	19,4	20,1	20,4	19,6	8,5	10,58	68	»	»

(1) Ces thermomètres, appliqués sur la façade nord de l'Observatoire, sur la terrasse et sous la vérandah du grand escalier, ont été transportés au nord de l'un des pavillons par suite de réparations au Bardo.

Observations météorologiq. faites a l'Observatoire de Montsouris. — Aout 1873.

DATES.	MAGNÉTISME TERRESTRE. Observation de 9 heures du matin. Déclinaison.	Inclinaison.	Intensité.	PLUIE. à $0^m,10$ du sol.	à $1^m,80$ du sol.	ÉVAPORATION.	VENTS. Direction générale à terre	Vitesse moyenne en kilom. par heure, à terre.	Direction des nuages.	NÉBULOSITÉ.	REMARQUES.
	° ′	° ′		mm	mm	mm		k			
1	17.25,8	65.21,6	»	»	»	6,1	NO	5,3	O	5	»
2	27,7	23,3	»	»	»	5,9	ONO	3,9	NO	3	Vapeurs.
3	28,7	37,3	»	»	»	6,2	NO	3,8	»	0	»
4	28,4	35,4	»	»	»	5,0	O	2,4	O	3	Rosée le matin.
5	24,6	36,7	»	»	»	5,7	ONO	2,1	»	2	Rosée le soir.
6	30,9	31,1	»	»	»	5,9	NO	3,0	»	1	Brume épaisse le matin.
7	21,2	»	»	»	»	3,2	NNO	2,8	»	3	Id.
8	28,3	34,9	»	»	»	7,2	variable.	3,8	SO	6	Vers midi, sécheresse extrême.
9	28,2	29,0	»	3,6	3,6	5,1	NO	6,4	ONO	5	Orage de à 1h à 3h matin.
10	29,6	35,1	»	0,7	0,7	5,5	O	6,0	ONO	8	Pluie à minuit.
11	28,0	40,5	»	2,2	2,1	2,8	O	6,5	O	8	Matinée pluvieuse.
12	27,8	38,2	»	0,1	0,1	2,4	O	4,0	O	9	Id.
13	29,1	34,9	»	»	»	3,2	OSO	6,7	O	6	Rosée très-abondante le soir.
14	28,4	41,9	»	»	»	4,0	ONO	2,8	ONO	4	Rosée le matin.
15	28,8	34,9	»	»	»	3,6	SE	1,5	»	1	A 9h soir, éclairs à l'est.
16	28,4	33,1	»	»	»	6,9	ONO,SSE	5,8	O	2	Lueur aurorale le soir.
17	27,2	28,6	»	»	»	3,5	O, ESE	3,2	ONO	2	Rosée le soir.
18	26,2	27,2	»	7,0	6,8	3,1	SSO	3,9	SO	8	Lueur aurorale le soir.
19	30,9	26,4	»	0,1	0,1	3,6	SO	9,5	SO	5	Rosée le soir.
20	28,8	22,0	»	1,1	0,9	4,1	SO	7,9	SO	6	Lueur aurorale le soir.
21	29,5	»	»	2,6	2,5	3,4	SO	6,4	SO	6	Pluie dans la journée.
22	32,1	18,9	»	0,1	0,1	3,7	OSO	4,9	SSO	8	A minuit 20m, tonn. et pluie.
23	32,8	»	»	1,1	1,0	2,7	variable.	3,7	SSO	6	Pluie le matin ; rosée le soir.
24	35,9	27,8	»	4,9	4,8	3,3	SE	4,3	SE	7	Tonn. et pluie dans la soirée.
25	33,3	37,3	»	»	»	2,5	SE	4,5	SSO	7	Éclairs le soir.
26	35,0	27,9	»	2,5	2,5	4,1	S	5,7	SSO	3	A 9h soir, éclairs diffus à l'est.
27	33,9	24,5	»	»	»	4,0	SSO	5,3	SSO	8	Halo à 10h 30m matin.
28	30,1	23,5	»	2,7	2,5	5,0	SO	14,8	SO	8	Pluie.
29	22,6	»	»	0,0	0,0	5,4	OSO	14,5	OSO	7	Pluvieux.
30	30,3	»	»	10,4	9,8	1,4	SSO	4,9	OSO	9	Lueur aurorale le soir.
31	27,1	17,9	»	5,4	5,2	1,2	O	5,3	OSO	10	Pluie et lueur aurorale le soir.
Moyen. ou totaux.	17.29,0	65.30,4	»	44,5	42,7	129,7		5,3		0,54	

Observations météorologiques faites a l'Observatoire de Montsouris. — Aout 1873.

Résumé des observations régulières.

	6h M.	9h M.	Midi.	3h S.	6h S.	9h S.	Minuit.	Moy.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Baromètre réduit à 0°	756,16	756,39	755,95	755,30	755,21	756,08	756,14	755,87 (1)
Pression de l'air sec	745,22	745,26	745,71	745,24	744,84	745,13	745,37	745,29 (1)
	°	°	°	°	°	°	°	°
Thermomètre à mercure (jardin)	14,86	19,15	22,61	23,70	21,64	17,81	15,61	18,68 (1)
» (terrasse) (3)	»	19,05	22,39	23,28	21,88	18,23	16,09	18,97 (1)
Thermomètre à alcool incolore	14,65	18,89	22,30	23,47	21,53	17,74	15,52	18,50 (1)
Thermomètre électrique à 29m	»	»	»	»	»	»	»	»
Thermomètre noirci dans le vide, T′	20,19	35,87	41,46	41,51	25,39	»	»	36,06 (2)
Thermomètre incolore dans le vide, t	16,43	25,86	30,52	31,15	22,71	»	»	27,56 (2)
Excès (T′ — t)	3,76	10,01	10,94	10,36	2,68	»	»	8,50 (2)
Températ. du sol à 0m,02 de profondr	16,23	20,77	23,00	23,49	21,29	18,58	16,96	19,37 (1)
» 0m,10 »	18,16	18,99	20,86	22,00	21,82	20,61	19,52	20,09 (1)
» 0m,20 »	20,05	19,82	20,10	20,69	21,14	21,23	20,92	20,55 (1)
» 0m,30 »	20,31	20,06	20,00	20,21	20,51	20,70	20,66	20,37 (1)
» 1m,00 »	19,60	19,63	19,65	19,66	19,63	19,61	19,59	19,62 (1)
Tension de la vapeur en millimètres	10,94	11,13	10,24	10,06	10,37	10,95	10,77	10,58 (1)
État hygrométrique en centièmes	85,9	67,2	50,8	47,7	54,6	71,7	80,7	68,0 (1)
Pluie en millimètres à 1m,80 du sol	11,1	5,7	8,2	4,1	5,1	7,4	1,1	t. 42,7
» (à 0m,10 du sol)	11,3	6,1	8,7	4,3	5,2	7,8	1,1	t. 44,5
Évaporation totale en millimètres	7,79	11,65	21,69	32,96	29,63	16,50	9,11	t. 129,33
Vitesse moyenne du vent par heure	3,7	5,4	7,1	7,7	6,7	4,3	4,1	»
Pluie moy. par heure (à 1m,80 du sol)	1,85	1,9	2,7	1,4	1,7	2,5	0,4	»
Évaporation moyenne par heure	1,30	3,88	7,23	10,99	9,88	5,50	3,04	»
Inclinaison magnétique.... (B) 65° +	» ′	30′,4	» ′	» ′	» ′	» ′	» ′	» ′ (1)
Déclinaison magnétique.... (A) 17° +	26,9	29,0	37,0	35,9	29,8	26,5	29,3	30,75 (1)

Tempér. moy. des maxima et minima (parc)	19°,3
» » (façade nord du bâtiment, terrasse du grand escalier)	19,4 (3)
» à 10 cent. au-dessus d'un sol gazonné (thermomètres à boule verdie)	22,7
Therm. noirci dans le vide, T′ (valeur moy. fournie par 5 obs. : 6h M. 9h M., midi, 3h S. 6h S.)	32,88
» incolore t » » »	25,33
Excès (T′ — t) » » »	7,55
» (valeur déduite de 4 observations : 9h M., midi, 3h, 6h S.)	8,50

(1) Moyenne des observations de 6 heures du matin, midi, 6 heures du soir et minuit.

(2) Moyenne des observations de 9 heures du matin, midi, 3 heures et 6 heures du soir.

(3) Les thermomètres de la terrasse ont été transportés le 24 août, au nord de l'un des pavillons du parc.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 15 SEPTEMBRE 1873,

PRÉSIDÉE PAR M. BERTRAND.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

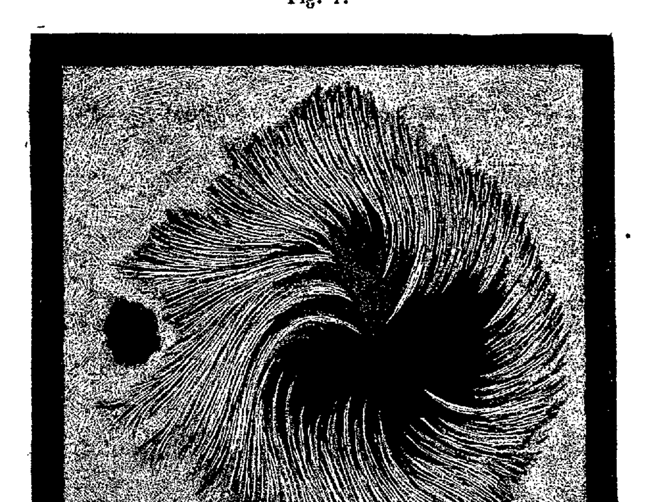
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Réponse à la dernière Note de M.* Tacchini; par M. **Faye.**

« Je prends, dans la dernière Note de M. Tacchini (*Comptes rendus*, 8 septembre, p. 606), non les appréciations qui me sont personnelles, mais les observations. Je lui avais indiqué précédemment (*Comptes rendus*, 11 août, p. 383) un moyen simple d'éprouver par les faits la théorie des cyclones : c'était d'examiner si, dans les taches dont les pénombres indiquent momentanément un mouvement gyratoire, ce mouvement est bien conforme, comme l'exige ma théorie, au sens de la rotation solaire. J'ajoutais qu'il fallait exclure les taches qui présentent de grands troubles intérieurs par suite de segmentation prononcée; alors le phénomène, d'ailleurs secondaire et accidentel et nullement normal, se complique d'influences difficiles à apprécier, telles que les remous ou l'action mutuelle de tourbillons qui sont encore enchevêtrés par le haut l'un dans l'autre. M. Tacchini me cite deux taches dont voici les dessins, reproduits d'après la *Pl. XVII* des *Memorie degli Spettroscopisti italiani*, et fait observer que leurs gyrations internes sont de sens opposés, bien que les taches, nous dit-il, aient été vues sur le même hémisphère.

» La première tache a un mouvement très-accusé dans le sens opposé à celui des aiguilles d'une montre. Si le dessin n'est pas renversé, s'il représente bien ce que l'on voyait à l'œil nu sur le Soleil, la tache devait être sur l'hémisphère boréal. Malheureusement M. Tacchini a omis de dire sur quel hémisphère il a observé cette tache. Quant à la seconde, le phénomène n'est pas régulier; on y trouve un pont lumineux des plus accentués, indiquant une segmentation avancée : il y a déjà là plusieurs taches dans la même pénombre. En outre, sur les deux tiers du contour la

Fig. 1.



gyration paraît se faire dans un sens; sur l'autre tiers, elle va en sens contraire et s'opère dans le même sens que la première tache.

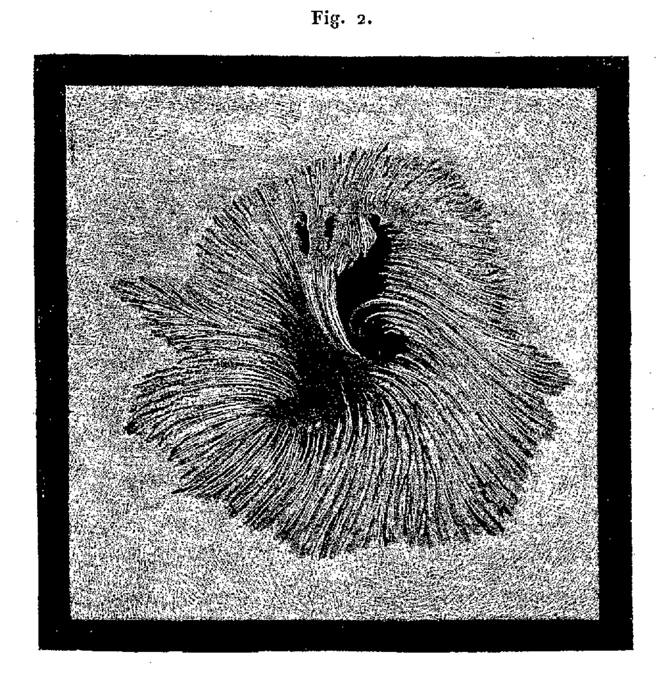
» Que conclure de ces rapprochements? Rien de plus que la justesse de la recommandation que j'avais faite d'avance de s'adresser aux taches intactes et non aux taches déjà segmentées lorsqu'il s'agit d'étudier un phénomène régulier. Puisque M. Tacchini a encore d'autres dessins de taches à mouvements gyratoires, il rendrait service à la science en les publiant; mais il y faudrait joindre l'indication précise du sens des mouvements observés, ainsi que celle de l'hémisphère nord ou sud sur lequel les taches se sont trouvées.

» Il y aurait encore une autre précaution à prendre, si la tache se trouvait sur l'équateur ou très-près de cette ligne : ce serait de donner sa posi-

tion exacte et la direction de son mouvement en latitude; mais de pareils cas sont très-rares, attendu le peu de durée des taches équatoriales que n'alimente pas une différence sensible de vitesse entre les zones contiguës de la photosphère.

» Le second point de fait sur lequel je me vois forcé de revenir, c'est l'argument que M. Tacchini persiste à tirer de l'apparition de protubérances là où il n'y a pas de taches. M. Tacchini croit encore, malgré mes protestations, mes citations et mes éclaircissements (*Comptes rendus* du

Fig. 2.



11 août), que ce fait, bien connu avant lui et même avant toute analyse spectrale, est en contradiction avec ma théorie. J'ai beau lui représenter que ma théorie avait expliqué parfaitement ce fait avant toute objection de sa part; que, si les protubérances dérivent des tourbillons solaires, cela ne veut pas dire du tout qu'elles ne dérivent que des taches; que les pores aussi sont des tourbillons; qu'ils contribuent, à ce titre, tout aussi bien que les taches, à la circulation de l'hydrogène; que les pores ne sont pas localisés étroitement comme les taches; qu'ils dépassent de beaucoup les limites de ces dernières, etc.... M. Tacchini ne veut rien entendre et répète invariablement que ses observations montrent des protubérances bien loin des taches, et, par conséquent, qu'elles sont en contradiction avec ma théorie.

» Puisque ce point est resté obscur, je dois donc y revenir une dernière fois. Voici des faits que personne ne contestera :

» 1° La surface du Soleil est parsemée de pores innombrables. Sir J. Herschel les représente comme étant dans un continuel état de changement. Ceux dont on peut apprécier les dimensions ayant au moins 1 seconde de diamètre, c'est-à-dire 461 milles anglais, doivent présenter, dit-il, une ouverture de 167 000 milles carrés. Ces pores, avec des diamètres de 180 lieues, sont semés sur la surface entière du Soleil et lui donnent une apparence chagrinée que les nouveaux oculaires ont permis de mieux apprécier.

» 2° Les taches sont des pores qui grandissent et deviennent souvent énormes.

» 3° Les taches finissent, en général, comme elles commencent; elles se rétrécissent peu à peu et redeviennent de simples pores finalement imperceptibles.

» 4° Dans ces transformations successives de pores en taches gigantesques et de taches en pores imperceptibles, il y a un élément qui échappe à tout changement, c'est l'axe primitif du pore. J'ai montré par le calcul que les observations d'une même tache se font suite les unes aux autres, que cette tache soit grande ou petite, simple pore ou cavité énorme, pourvu que les mesures soient rapportées au centre du noyau (l'axe de la gyration locale), comme le sont presque toutes celles que j'ai calculées. C'est ce que je nomme la *conservation* de l'axe de la tache, parce que cet axe reste invariable (1), malgré les énormes dilatations ou contractions qui s'opèrent

---

(1) En supposant qu'on ait tenu compte exactement du mouvement de rotation et des petites inégalités périodiques dont j'ai donné les expressions analytiques. Les observations étant corrigées ainsi de la parallaxe de profondeur, dépouillées des effets de la petite oscillation elliptique des taches et rapportées à un méridien suivant exactement la rotation locale, à l'aide de la formule générale de la rotation, on voit alors, pendant des mois entiers, la même verticale solaire servir d'axe invariable de gyration à la même tache malgré les dilatations et contractions gigantesques qu'elle a pu éprouver dans l'intervalle. Les segmentations elles-mêmes m'ont paru n'exercer aucune influence bien appréciable (du moins dans la limite des petites erreurs de l'observation, devenue alors plus difficile), pourvu que les mesures ne cessent pas de se rapporter à la tache principale. Quel dommage qu'on n'entreprenne pas, sous un climat favorable, une série *continue* de mesures photographiques de ces admirables phénomènes! L'indifférence des astronomes à ce sujet tient à une vieille erreur : on considère les taches comme des accidents capricieux, des éruptions, des scories, etc., tandis qu'en réalité leurs mouvements suivent des lois constantes, bien dignes de l'attention des géomètres et des efforts des observateurs.

autour de lui. Voilà une des lois les plus caractéristiques du mouvement des taches; on en saisira aisément le rapport étroit avec ma théorie des tourbillons.

» 5° Il y a deux zones parallèles à l'équateur où la transformation des pores en taches est fréquente, et où les pores, devenus taches, conservent très-longtemps d'énormes dimensions avant de redevenir des pores comme auparavant.

» 6° Au delà de ces zones, sur les deux calottes polaires et aussi à l'équateur, les pores ne deviennent des taches que pour quelques instants. Le phénomène est très-rare à partir de 40 degrés de latitude nord ou sud; au delà de 52 degrés, les pores n'acquièrent jamais la dimension des taches, ce qui ne veut pas dire qu'il n'y ait plus de pores.

» Cela posé, ma théorie attribue la circulation de l'hydrogène à l'action mécanique des pores, ceux-ci étant considérés comme des tourbillons verticaux produits par l'inégale vitesse des zones contiguës de la photosphère. Lorsque ces pores sont accumulés en certaines régions, ils peuvent y donner lieu à une activité exceptionnelle de cette circulation et produire des protubérances. La distribution héliographique de celles-ci indique donc simplement celle des pores plus ou moins accumulés. Les pores étant déterminés par le mouvement spécial de rotation, on doit s'attendre à voir leur distribution héliographique réglée par des parallèles : rares ou peu actifs à l'équateur, ils seront également rares aux pôles, ou trop peu profonds pour engendrer des protubérances. Il y aura donc trois régions pauvres en protubérances : une zone équatoriale et deux calottes polaires ayant à peu près des cercles de $\pm$ 70 degrés de latitude pour base. Exceptionnellement, aux époques de grande activité tourbillonnaire de la surface, les groupes de pores et, par suite, les protubérances pourront apparaître très-près des pôles et très-près de l'équateur. Ces traits sont d'accord avec la distribution des protubérances : c'est même celle-ci, dois-je ajouter, qui me fournit les limites ci-dessus assignées pour la région ordinaire des groupes de pores (les parallèles de $\pm$ 70 degrés sont donnés par M. Respighi comme étant les limites ordinaires des protubérances).

» Jusqu'ici je n'ai pas dit un mot des taches. Celles-ci sont des pores agrandis qui sautent aux yeux, tandis que les pores sont à peine visibles; mais n'oublions pas que les pores ne peuvent devenir des taches que dans des zones deux fois plus étroites (de $\pm$ 35 degrés) où les tourbillons ont le plus de stabilité. Ces taches produiront à elles seules des protubérances encore plus marquées que ne pourraient le faire des files accumulées de

pores, mais par un mécanisme identique. Les protubérances produites par les taches sont naturellement confinées dans les zones favorables à celles-ci; mais cela n'empêche pas que d'autres protubérances soient produites par les pores, et celles-là se rencontrent bien au delà des zones étroites qu'affectent les taches.

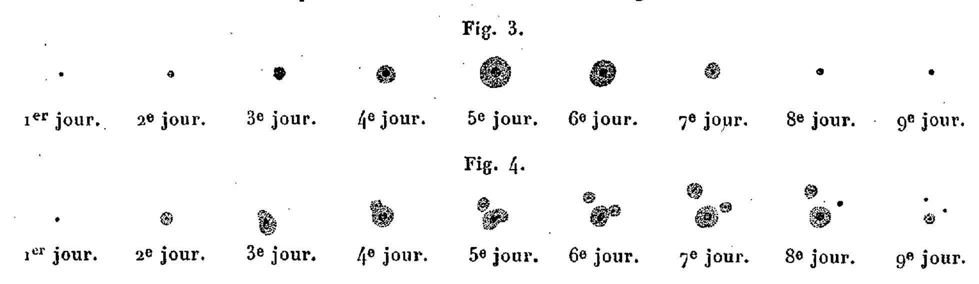
» En résumé, les tourbillonnements solaires, taches ou pores, produisent des protubérances; il n'y a donc pas lieu de s'étonner, avec M. Tacchini, si des protubérances se montrent dans des zones où il n'y a pas de taches. Sur ces zones-là les pores ne peuvent se transformer en taches durables; mais cela ne les empêche pas d'être des tourbillons tout aussi bien que les taches et de remplir les fonctions mécaniques de tourbillons de 180 lieues de diamètre, c'est-à-dire de contribuer largement à la circulation de l'hydrogène solaire quand ils ne l'alimentent pas à peu près exclusivement (à l'époque du minimum des taches).

» Aussi lorsque le savant astronome de Palerme affirme avoir observé ces jours-ci de belles facules sans taches entre 45 et 58 degrés de latitude héliocentrique, ainsi que des protubérances à spectre métallique, je ne puis que reproduire cette phrase dont il s'étonne à tort : *ces observations sont en parfait accord avec ma théorie*. J'ajoute que ces observations ne nous apprennent rien, pour la question actuelle bien entendu, que les premiers profils solaires de M. Respighi ne nous aient déjà appris, et que depuis longtemps les éclipses, indépendamment de l'analyse spectrale, nous avaient montré les protubérances dépassant de beaucoup les deux étroites zones des taches. Mon savant adversaire persiste à oublier que, bien avant les observations qu'il m'oppose, j'ai eu sous les yeux des centaines d'observations semblables auxquelles j'ai dû satisfaire et auxquelles j'ai évidemment réussi à satisfaire, grâce à l'identité bien constatée des pores et des taches. Je satisferai pareillement et d'avance à tout ce que M. Tacchini pourra produire d'observations du même genre.

» Je joins ici un double tableau : c'est d'abord l'histoire jour par jour d'un pore qui devient tache et qui, au bout de quelques jours, redevient pore comme devant. La tache ne subit pas de segmentation ; aussi reste-t-elle régulière et ronde (1). C'est ensuite la série des transformations d'un autre pore qui devient tache, mais tache à segmentation, puis finit par un groupe de pores bientôt imperceptibles ou inobservables. Ces dessins, que

(1) J'ai fait disparaître dans ces dessins l'effet de perspective qui les aplatit près des bords du Soleil.

j'ai faits moi-même, résument sous ce rapport les nombreuses observations que M. Carrington a consignées graphiquement sous la même forme dans les soixante dernières planches de son bel ouvrage.



» Ces phénomènes capitaux et journaliers mettent en pleine lumière l'identité que je viens de signaler entre les fonctions des taches et celles des pores. Ils se comprennent aisément dans la théorie des cyclones solaires; ils sont inintelligibles dans celle des éruptions ou déjections des astronomes italiens. »

PHYSIOLOGIE. — *Nouvelles recherches sur l'analyse et la théorie du pouls à l'état normal et anormal;* par M. **Bouillaud.** (Extrait.)

« Il ne sera question, dans cette première Communication, que du pouls à l'état *normal*.

I. — *Définition du pouls et procédés de son exploration.*

» *a.* Les auteurs définissent le *pouls* un *choc* perçu par le toucher, à chaque augmentation de la tension artérielle par les afflux successifs du sang que lance le cœur (1).

» Ce phénomène n'est pas le seul que fasse percevoir le toucher appliqué à l'exploration des artères; il n'est pas même le seul choc que cette exploration fasse percevoir. En effet, comme nous allons le voir dans la description des phénomènes de l'action des artères, le toucher fait sentir un second choc, dont jusqu'ici les physiologistes n'ont pas reconnu l'existence.

» Le toucher n'est pas le seul sens au moyen duquel on observe le pouls et les autres phénomènes que présentent les artères. Le sens de la vue nous permet également de les constater, et il est assez singulier que

(1) *Voir* la *Physiologie* de M. Longet.

les physiologistes n'aient encore rien écrit sur ce mode ou procédé d'exploration.

» Les données ou les notions que notre esprit peut acquérir par ce double procédé d'exploration sont relatives au nombre, à la force, à la grosseur du pouls, au rhythme des mouvements et des repos des artères (1).

» *b*. Des instruments divers ont été inventés, les uns pour déterminer d'une manière précise le nombre et la force des mouvements ou battements des artères, d'autres pour représenter graphiquement ces mouvements : tels sont la montre à secondes, depuis déjà bien longtemps employée, le sphygmomètre de M. le Dr Hérisson et le sphygmographe de M. Marey (2). »

» La *sphygmographie* est une des plus heureuses applications de cette méthode d'enregistrement des mouvements, ingénieusement inventée, comme nous le rappelait, dans une de nos séances, M. le général Morin, par M. Duhamel, dont l'Académie déplore la perte encore récente. Cette application a déjà rendu de signalés services à la sphygmologie, mais elle n'a pas encore dit son dernier mot. Les *tracés* sphygmographiques, que j'appellerais volontiers des *autographes* du pouls, ou, par abréviation, des *sphygmautographes,* lorsqu'ils sont bien exacts, donnent une image fidèle des mouvements et des repos des artères. Toutefois, ils ne sauraient dispenser de l'étude de ces phénomènes eux-mêmes, d'autant plus que, sans leur connaissance, l'interprétation même de ces *tracés* serait absolument impossible. Aussi, la connaissance dont il s'agit ayant fait en partie défaut aux sphygmographes, aucun d'eux, que je sache, ne nous a encore donné la signification rigoureuse et complète des tracés qu'il a obtenus.

II. — *Analyse ou description des mouvements et des repos des artères.*

» Pour abréger, nous désignerons sous le nom de *révolution artérielle* une série de ces mouvements et de ces repos, dénomination que nous avons déjà donnée, il y a bien des années, à l'ensemble ou à la série des mouvements et des repos du cœur, et que l'usage paraît avoir consacrée. Ces séries de mouvements et de repos successifs commencent avec la vie et ne finissent qu'avec elle.

---

(1) Le toucher nous fournit aussi des données sur certains états du sang, sur lesquelles nous n'insisterons pas aujourd'hui.

(2) Avant M. Marey, M. Karl Vierhordt (de Tubingen) avait imaginé un sphygmographe, mais très-imparfait.

» Chaque révolution artérielle commence par un mouvement de dilatation ou de *diastole* des artères, accompagné d'un *choc*. C'est le principal des phénomènes fourni par l'exploration des artères.

» Il constitue le *premier temps* d'une révolution artérielle, et il est isochrone à la systole ventriculaire du cœur.

» A ce premier mouvement succède un très-court repos, qui est le *second temps* de la révolution artérielle. Il est isochrone au repos, très-court aussi, qui succède à la systole ventriculaire.

» Après ce repos et comme coup sur coup ou sur-le-champ, s'opère un mouvement de contraction ou de *systole* de l'artère, accompagné d'un *choc*, comme le mouvement de *diastole* de cette artère.

» Cette systole est le *troisième temps* de la révolution artérielle et est isochrone à la diastole ventriculaire du cœur.

» A la systole des artères succède un second repos, bien plus long que le premier, et c'est le *vrai* repos de ces vaisseaux. Il constitue le *quatrième* et dernier *temps* de la révolution artérielle, et est isochrone au long et vrai repos des ventricules du cœur.

» Il résulte de cette analyse des mouvements et des repos des artères, comparée à celle des mouvements et des repos du cœur, qu'ils se font en quelque sorte en des temps inverses les uns des autres. Ainsi le mouvement de systole ventriculaire s'opère en même temps que la diastole artérielle; le mouvement de diastole ventriculaire en même temps que le mouvement de systole artérielle; le court repos des ventricules après leur systole et le court repos des artères après leur diastole; le long repos des ventricules après leur diastole, et le long repos des artères après leur systole.

» Cette sorte d'inversion était absolument nécessaire, comme nous le verrons plus loin, pour que le sang pût exécuter le mouvement circulatoire auquel Harvey nous a démontré qu'il était soumis. Il résulte encore de notre analyse des révolutions artérielles que le pouls *dicrote* des pathologistes, sur lequel nous reviendrons plus loin, n'est autre chose, au fond, que le pouls normal des artères, lequel est *double* et non unique, comme on l'avait admis jusqu'à présent.

» A. *Nombre des révolutions artérielles dans un temps donné.* — Il est évidemment le même que celui du *pouls*, tel qu'il a été compris jusqu'ici, c'est-à-dire comme étant le seul choc des artères. Faire connaître le nombre de fois que bat celui-ci dans un temps donné, ce sera donc faire connaître également celui des révolutions artérielles dans ce même espace de temps.

» Le nombre des battements du pouls n'est pas le même chez tous les sujets. Chez les jeunes gens et les adultes, il offre les différences suivantes, en prenant une minute pour mesure de temps :

» Dans une première catégorie, et c'est la plus nombreuse, les battements du pouls sont de 60, 72, 80; dans une seconde catégorie, ils sont de 40, 50 et au-dessus jusqu'à 60; dans une troisième catégorie, qu'on peut appeler exceptionnelle, le pouls s'élève au-dessus de 80, ou descend au-dessous de 40.

» B. *Force des battements artériels.* — Elle varie beaucoup selon un grand nombre de circonstances. Pour l'apprécier d'une manière précise, le toucher et la vue ne suffisent pas; nous ne possédons encore que l'instrument inventé par le Dr Hérisson, et il laisse beaucoup à désirer. Il ne nous apprend rien, par exemple, sur la force de la systole artérielle elle-même, puisqu'il n'a été disposé que pour la mesure du pouls proprement dit, ou du mouvement diastolique des artères.

» C. *Rhythme des mouvements et des repos des artères.* — Nous ne connaissons encore que d'une manière approximative la durée propre de chacun de ces mouvements et de ces repos, que la sphygmographie représente très-heureusement; mais telle est la régularité avec laquelle ils se comportent, qu'on peut la comparer à celle de certains exercices, dont les mouvements sont soumis aux lois de la musique, comme, par exemple, la marche militaire, la danse et le chant. Déjà les anciens, au rapport de Bordeu, avaient signalé un certain rapport entre le *pouls,* tel qu'ils le connaissaient alors, et la musique. Bordeu lui-même approuve cette comparaison, en l'appuyant sur quelques considérations nouvelles.

» On peut aussi comparer la régularité des révolutions artérielles à celle d'un pendule ou d'une montre, ou bien encore à la double révolution de notre planète. La durée d'une révolution artérielle étant connue pour un temps donné, elle pourrait servir elle-même de chronomètre. Lorsqu'elle est d'une seconde, par exemple, comme chez les individus dont le pouls bat 60 fois par minute, 60 pulsations donneraient une minute, 3600 une heure, et ainsi de suite. Il est vrai qu'un tel chronomètre, bien que chacun de nous le porte sans cesse avec soi, ne serait pas d'un usage fort commode.

III. — *Forces motrices des artères et mécanisme du cours du sang artériel.*

» Galien, qui, le premier, démontra que les artères contenaient du sang et non de l'air, enseignait qu'il *émanait* du cœur aux tuniques artérielles

une *faculté pulsifique* et que les artères se remplissent en raison de cette faculté pulsifique, parce qu'elles se distendent *comme des soufflets;* qu'elles ne se distendent pas parce qu'elles sont remplies *comme des outres*.

» Harvey combat, de toutes ses forces, cette doctrine. Il a démontré déjà publiquement, dit-il, et il espère pouvoir clairement démontrer encore que les artères se distendent parce qu'elles se remplissent comme des outres (*ut utres*), que, par conséquent, elles ne se remplissent pas, parce qu'elles sont distendues comme des soufflets (*ut folles*) (1).

» C'est le cœur, en se contractant, qui, selon Harvey, remplit les artères, et nulle part l'immortel inventeur de la circulation ne fait jouer, dans cette fonction, un rôle *actif* aux artères.

» M. Longet professe une doctrine qui ne diffère pas beaucoup de celle de Harvey. « Il ne faudrait pas », selon lui, « attribuer aux artères un rôle réellement *actif* dans la propulsion du sang. La seule force impulsive émane de la pompe cardiaque ».

» Si l'on adoptait à la lettre la théorie de Harvey et de M. Longet, il serait bien difficile, pour ne pas dire plus, de comprendre la grande fonction de la circulation du sang. En effet, en attribuant à la seule impulsion, à la seule force motrice du cœur, l'œuvre tout entière de cette circulation, comment, une fois expulsé de cet organe, le sang pourrait-il arriver à toutes les parties du corps et de là revenir à son point de départ? Comment le cœur, qui remplit les artères, les désemplirait-il? Et comment, si les artères ne se désemplissaient pas, le cours du sang pourrait-il continuer? Oui, nous osons le dire, si le cœur était le seul et unique moteur du sang, la circulation ne serait, en quelque sorte, qu'un vain mot.

» Mais, grâce à cette contraction, à cette systole des artères, jusqu'ici méconnue, les artères se vident du sang qu'elles ont reçu des ventricules du cœur, comme ceux-ci se vident du sang qu'ils ont puisé dans les oreillettes. De cette façon, c'est-à-dire après l'espèce de coup de piston qui le pousse dans les réservoirs capillaires, le sang poursuit son cours circulatoire. Il ne saurait, d'ailleurs, refluer du côté des ventricules qui l'ont projeté ou lancé dans les artères, puisque, au moment de la systole artérielle, les orifices de ces ventricules sont fermés par leurs valvules sygmoïdes.

---

(1) Pour qu'un corps pût, selon Harvey, attirer au dedans de soi quelque chose propre à le distendre, il faudrait qu'il agît à la manière d'une éponge qui, après avoir été comprimée, revient à sa constitution naturelle. Mais, ajoute-t-il, il est difficile d'imaginer qu'il existe rien de tel dans les artères.

» Que l'élasticité proprement dite des artères et la pression atmosphérique ne soient pas étrangères à certains phénomènes du cours du sang dans les artères, certes nous en convenons volontiers; mais nous croyons devoir nous contenter en ce moment d'avoir montré que, pour s'accomplir, le passage du sang dans les artères et de là dans les réservoirs qui lui sont ouverts dans toutes les parties du corps réclamait le double concours et de la systole des ventricules du cœur et de la systole des artères. Que cette dernière systole porte les noms de *mécanique* ou de *physiologique*, qu'on l'attribue à des fibres élastiques ou à des fibres musculaires, ELLE EST, et si elle n'était pas, pour que la circulation du sang pût s'opérer, il faudrait l'inventer. Mais encore une fois, elle est.

IV. — *Centre régulateur ou coordinateur des mouvements artériels.*

» A l'instar de ceux du cœur et de plusieurs autres, les mouvements des artères appartiennent à la classe des mouvements *coordonnés* de la *vie organique*. Comme nous l'avons vu, d'ailleurs, les mouvements coordonnés du cœur et les mouvements coordonnés des artères, par on ne sait quelle autre *harmonie préétablie*, ou association coopérative, se comportent de telle sorte, dans la grande fonction de la circulation du sang, que leurs systoles et leurs diastoles s'accomplissent dans des temps inverses ou opposés. Ces mouvements sont régis par le système nerveux ganglionnaire. Mais où se trouve leur centre régulateur ou coordinateur? Il faut l'avouer, malgré les travaux dont il a été jusqu'ici l'objet, ce beau problème de *localisation* est encore à résoudre.

V. — *Identité du double pouls normal et du pouls* DICROTE *ou redoublé.*

» Les auteurs, dont nous avons si longtemps nous-même partagé l'opinion erronée, ont décrit comme un état anormal le pouls connu sous le nom de *dicrote, bisferiens, redoublé, dédoublé*, expressions diverses remplacées aujourd'hui par celle de DICROTISME du pouls. Combien de centaines de fois ne l'avons-nous pas signalé, de la manière la plus expresse, pendant les longues années de notre clinique! Que de temps nous avons vainement consacré à la recherche de l'explication de ce phénomène si singulier, si *incompréhensible*, même quand on le considère selon l'opinion reçue! Nous l'avions rencontré à son maximum d'évidence, et à titre de phénomène constant dans diverses maladies, mais plus spécialement dans la fièvre continue, sous ces diverses formes, parmi les maladies aiguës, et dans l'hypertrophie généralisée, parmi les maladies chroniques, organiques.

» J'ose affirmer aujourd'hui, avec la conviction que donne l'observation exacte et raisonnée, mille et mille fois répétée, que le *dicrotisme*, étudié jusqu'ici, n'est point, comme son nom l'indique et comme on l'a enseigné, un redoublement du pouls proprement dit, ou du pouls diastolique des artères, mais bien un simple renforcement du dicrotisme normal de ces vaisseaux.

» Mais je n'insiste pas ici plus longtemps sur ce sujet, parce que je devrai l'étudier, de la manière la plus approfondie, quand je m'occuperai du pouls à l'état anormal. J'ajouterai, toutefois, que les bruits artériels à double courant, que j'avais déjà signalés longtemps avant d'avoir reconnu formellement la systole des artères, la supposent nécessairement; car le second souffle ne saurait exister, si cette systole artérielle n'existait pas elle-même.

Conclusion.

» 1. L'action ou le *travail* des artères se compose de deux mouvements, séparés l'un de l'autre par un même nombre de repos. Pendant le premier, les artères sont dilatées, distendues, ou en état de *diastole*. Pendant le second, elles sont contractées, rétrécies, ou en état de *systole*. Les artères constituent donc un instrument ou un organe d'hydraulique *vivante*, à quatre temps, et non à deux, comme on l'avait cru jusqu'ici.

» 2. Le premier *choc*, connu sous le nom de *pouls*, est produit par la systole ventriculaire du cœur. Le second choc, on pourrait dire le second pouls, résulte de la systole des artères. Celles-ci sont donc *passives* dans le premier et *actives* dans le second.

» 3. Ces deux chocs alternatifs des artères constituent un *dicrotisme normal*, dont le *dicrotisme* prétendu *anormal* n'est que le renforcement, soit *simple*, soit *double*, c'est-à-dire, soit qu'il porte seulement sur le second choc, ou *systolique*, soit qu'il porte à la fois sur celui-ci et sur le premier choc, ou *diastolique*.

» 4. Contrairement à la doctrine de Harvey et à celle de certains physiologistes modernes, les artères possèdent, comme le cœur, une *force* impulsive, sans le concours de laquelle le premier acte de la circulation du sang (transport de ce liquide dans toutes les parties du corps) ne saurait s'accomplir.

» 5. Les mouvements coordonnés des artères et du cœur sont régis par l'innervation ganglionnaire; mais le siége *précis* du centre nerveux qui *coordonne* ces mouvements, d'une régularité vraiment admirable, reste encore à découvrir. »

« M. **Bouley** déclare qu'il ne se propose pas de discuter la doctrine que M. Bouillaud vient d'exposer sur les quatre temps des pulsations. Il dira seulement que, pendant que M. Bouillaud parlait, il a cherché, par l'exploration de son propre pouls, à constater ces différents temps, et qu'il n'a pu les reconnaître. Mais ce n'est pas sur ce sujet que M. Bouley veut faire quelques observations, c'est sur un autre point de la Communication de notre confrère, celui qui est relatif au rôle des artères dans la circulation.

» D'après M. Bouillaud, des physiologistes éminents de notre temps, mais qu'il n'a pas nommés, affirmeraient que ce rôle est nul et que le cœur est le seul agent du mouvement du sang. M. Bouillaud semble donner aujourd'hui comme une idée nouvelle que, au contraire, les artères sont actives et contribuent, pour leur part, à faire mouvoir le sang dans l'appareil qu'elles constituent. En l'absence de ceux des Membres de l'Académie qui ont, en Physiologie, une compétence plus particulière, M. Bouley croit devoir faire observer que cette idée, loin d'être nouvelle, date, au contraire, de longtemps dans la science, et il a le souvenir très-précis que Magendie l'a formellement exposée, comme sienne, dans sa *Physiologie,* il y a quarante ans. D'après Magendie, c'est grâce à l'élasticité des parois artérielles que *le mouvement intermittent du cœur serait transformé en mouvement continu.* Il est vrai que Magendie fait jouer ce rôle à l'élasticité, tandis que M. Bouillaud invoque peut-être la contractilité; mais, au point de vue de ce qui est en discussion actuellement, cette question est secondaire. »

MÉMOIRES LUS.

MÉDECINE. — *Les déjections cholériques, agent de transmission du choléra.* Note de M. **Ch. Pellarin.** (Extrait.)

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

« Le rôle des déjections cholériques comme agent de transmission du choléra avait peut-être été soupçonné chez nous dès l'épidémie de choléra de 1832; mais personne, que je sache, n'avait apporté à l'appui autant de faits précis que j'en ai rassemblé dans une série de Communications adressées, soit à l'Académie des Sciences, soit à l'Académie de Médecine, pendant les quatre derniers mois de 1849, et, à diverses reprises, dans le cours de l'année 1850.

» La conclusion de mes recherches, renouvelée dans chacune de mes

Communications (1), était « que les miasmes exhalés des matières rendues » par les cholériques sont le principal agent de la transmission du choléra ». Pour ne citer que deux de ces conclusions, insérées dans les *Comptes rendus* de l'Académie des Sciences, je disais (1849, 2e semestre, t. XXIX, p. 693 et 694) :

« Le choléra ne voyage qu'avec et par les individus qui en ont pris le germe.

» En temps d'épidémie de choléra, la désinfection des fosses d'aisance et des matières rejetées par les cholériques, l'enfouissement immédiat de ces matières, si c'est dans les campagnes, où la plupart des habitations n'ont pas de fosses d'aisance couvertes, voilà l'essentielle mesure de préservation à mettre en pratique. »

» Or on a lu, dans une séance du Congrès de l'Association française pour l'avancement des Sciences tenu à Lyon, et l'on a publié dans plusieurs feuilles, tant de la presse scientifique que de la presse politique, un Mémoire d'un médecin de l'armée anglaise de l'Inde, M. H. Blanc, qui donne comme une chose inédite la constatation, faite par lui-même ou par quelques-uns de ses collègues, de la propriété que possèdent les déjections cholériques de transmettre le choléra. D'après ce document, les observations de nos confrères anglais sont des années 1867-1868.

» Je ferai remarquer que, dès le mois de septembre 1849, je rapportais, avec les détails les plus circonstanciés, comme point de départ de l'épidémie de choléra qui venait d'éclater à Givet, une série de cas, tous développés chez les habitants d'une maison dont la cour avait reçu, jetées sur un fumier, les déjections d'un premier cholérique, arrivant de Bruxelles, où régnait le choléra (2).

---

(1) *Voir* les *Comptes rendus* de l'Académie des Sciences, 1849, 2e semestre, p. 339, 483, 503, 693 et 694; 1850, 1er semestre, p. 49; et 1851, 1er semestre, p. 805-806.

(2) Ces faits ont été résumés de nouveau dans une publication intitulée *Le Choléra ou Typhus indien, épidémie de* 1865, *prophylaxie et traitement* (J.-B. Baillière et fils, 1866), dont je joins ici un exemplaire, à titre de document, pour la Commission.

Ils y sont rappelés, p. 17, et dans une Note, p. 70-71, avec une rectification communiquée à l'Académie et insérée dans les *Comptes rendus*, 1851, 1er semestre, p. 805-806. Cette rectification portait sur le mode d'invasion du choléra dans la garnison de Givet, que j'avais primitivement attribuée à une cause d'infection locale, tandis qu'elle résultait, en réalité, d'une transmission par les premiers cholériques civils. Le premier militaire attaqué et enlevé par le choléra dans la nuit du 31 août avait visité, le jour même, la jeune fille Ursule D., sa prétendue, qui avait présenté le deuxième cas de choléra dans Givet. Cette particularité, une fois révélée, me fit abandonner l'opinion que j'avais jusque-là soutenue, de la possibilité d'une genèse spontanée du choléra épidémique dans nos pays d'Europe.

» Dans une Note adressée à l'Académie des Sciences et mentionnée dans la séance du 29 octobre 1849, je disais formellement :

« Je tiens à ce qu'il soit, dès à présent, constaté que j'ai le premier signalé les matières rendues par les cholériques comme étant l'agent le plus ordinaire de la transmission du mal. »

» On objectera peut-être, contre ma revendication, que j'ai indiqué l'absorption par la voie pulmonaire comme étant le mode d'introduction le plus habituel du miasme cholérique, tandis que le médecin anglais, en professant que « le principe contagieux réside dans les évacuations de l'homme » pris du choléra », ajoute : « Cette transmission de la maladie a lieu, » *presque toujours*, au moyen de l'eau employée en boisson. »

» Sans rejeter entièrement ce mode d'intoxication, auquel les expériences de Thiersch et de M. le professeur Robin fournissent un certain appui, je maintiens qu'il est rare, comparativement au mode que j'admets comme le plus général. Quelques-uns des faits allégués par M. Blanc, en faveur de son interprétation, vont directement contre elle. Tel est, par exemple, le fait, emprunté au journal de Médecine américain *le Sanitarian* et observé dans l'hospice de Blackwell-Island en 1866, de douze blanchisseuses sur trente-quatre, qui succombèrent au choléra après avoir lavé des linges souillés. Il est clair que c'est par une autre voie que celle de l'estomac et de l'intestin qu'elles avaient absorbé le principe cholérigène.

» Je suis loin d'imputer à nos honorables confrères anglais une intention quelconque de spoliation ; s'ils n'ont pas mentionné mes travaux, c'est sans doute qu'ils n'en avaient point eu connaissance.

» J'ajouterai enfin que l'une de mes conclusions lues dans la séance de l'Académie des Sciences du 10 décembre 1849 et rapportées dans les *Comptes rendus*, p. 694, était ainsi conçue :

« Il faut repousser, comme aussi peu fondée qu'effrayante, l'idée de grandes masses, de colonnes d'air empoisonné, de *nuages cholériques*, qui circuleraient dans l'atmosphère, promenant le fléau indien d'un bout à l'autre du globe. »

» D'autre part, le Mémoire de M. H. Blanc, lu au Congrès de Lyon en 1873, débute par la phrase suivante :

« Le choléra n'est pas une substance insaisissable, mystérieuse, s'élevant dans les airs pour fondre impitoyablement sur quelques points de la Terre, guidée et dirigée par la main incertaine des vents. »

» Je crois, par ce qui précède, avoir mis l'Académie en mesure de se prononcer en pleine connaissance de cause. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Erb**, M. **Clarke** adressent des Communications relatives au choléra.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

M. A. **Brachet** adresse une nouvelle Note concernant les perfectionnements à apporter au microscope.

(Renvoi à la Commission du prix Trémont.)

M. J. **Kregau** adresse une Note relative à diverses questions d'Astronomie et de Physique du Globe.

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Lœwy.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre des Travaux publics** adresse, pour la bibliothèque de l'Institut, une seconde série de feuilles de la Carte géologique détaillée de la France (1).

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, la 6e série des « Matériaux pour la Paléontologie suisse, ou Recueil de monographies sur les fossiles du Jura et des Alpes, publié par M. *F.-J. Pictet* » (7e, 8e, 9e et 10e livraisons, contenant la description des Échinides des terrains crétacés de la Suisse, par *P. de Loriol*). Cette nouvelle série est adressée à l'Académie par Madame Pictet, veuve de l'illustre paléontologiste.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale également, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, treize brochures de M. *J.-W.-L. Glaisher*, imprimées en anglais et relatives à diverses questions de Géométrie ou de Physique mathématique. L'une de ces brochures, intitulée « Quadrature du cercle, de 1580 à 1620, » contient un historique des travaux effectués pendant cette période sur le calcul du rapport de la circonférence au diamètre, calculs qui en ont fourni la valeur jusqu'au 34e chiffre décimal.

---

(1) Le détail de cet envoi sera indiqué plus loin, au *Bulletin bibliographique* relatif à cette séance.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur les changements de forme de la comète* 1873. IV. Note de MM. G. Rayet et André.

« Depuis le 1er septembre, le ciel s'est montré particulièrement défavorable aux observations d'Astronomie physique; deux fois seulement l'atmosphère est devenue, pendant quelques instants, assez transparente pour laisser voir quelques détails dans le noyau de la comète découverte par MM. Paul et Prosper Henry.



» Dans la nuit du 3 au 4 septembre, vers 2 heures du matin et après le coucher de la Lune, la comète, déjà haute au-dessus de l'horizon, avait une queue longue de 2 degrés environ et très-nettement liée au noyau central par un brillant filet de lumière. Le diamètre total de la tête de l'astre ne paraissait pas beaucoup augmenté; il était toujours d'environ 8 ou 9 minutes d'arc, mais sa forme avait changé. Le noyau, qui dans les observations précédentes était sensiblement au centre de la nébulosité, avait pris une position excentrique vers la partie de la comète opposée à la queue. Du point brillant central vers la tête, la décroissance de lumière était d'abord brusque, et le noyau paraissait terminé de ce côté en arc de cercle; vers la queue il se prolongeait en un filet brillant.

» Le ciel s'est couvert avant que la comète fût assez haute pour pouvoir être examinée au spectroscope.

» La comète a été de nouveau observée dans la nuit du 10 au 12 septembre et pendant une éclaircie qui s'est produite entre 1 heure et 2 heures du matin.

» Malgré la Lune, alors à son troisième quartier, qui illuminait vivement le ciel, la comète était bien visible et d'un grand éclat; son noyau se détachait vivement sur le champ complétement éclairé de l'équatorial et dans des conditions où les étoiles de sixième grandeur étaient effacées. Ce noyau tranchait, par sa teinte bleue (lumière propre de la comète), sur la lumière jaunâtre de la lampe. La forme de la tête s'était accentuée et se trouve reproduite dans le dessin ci-joint. Vers la tête de la comète, le noyau dessine un arc de cercle convexe dont l'intensité lumineuse tranche nettement sur la nébulosité générale; sa courbure paraît moindre vers la partie droite du champ, à l'ouest. La portion la plus lumineuse du noyau a une forme grossièrement triangulaire et se prolonge vers la queue par un vif filet de lumière.

» L'éclat de la Lune empêchait de voir la queue dans tout son développement et restreignait les dimensions de la comète.

» Depuis le 11, l'astre n'a pu être observé que quelques instants et tout à fait à l'horizon pendant la dernière nuit.

» La comète marche avec une rapidité extrême vers le Soleil, et, dans notre hémisphère, on ne peut espérer la revoir que longtemps après son passage au périhélie, lorsqu'elle sera de nouveau devenue faible. »

ÉLASTICITÉ. — *Sur le mouvement d'un fil élastique dont une extrémité est animée d'un mouvement vibratoire.* Note de M. E. **Mercadier**, présentée par M. Balard.

« I. Dans une Note insérée aux *Comptes rendus* du 19 mai 1873, j'ai indiqué comment j'ai été conduit, en construisant un électro-diapason, à étudier un mouvement de cette nature : c'est celui d'un fil métallique qu'on fixe à un diapason pour en enregistrer les vibrations; mais le diapason n'est ici évidemment qu'un corps sonore de forme particulière, animé d'un mouvement vibratoire déterminé (1).

(1) Ce genre de mouvement a été déjà étudié par M. Gripon, qui a donné, dans les *Comptes rendus* du 4 décembre 1871, l'indication d'un certain nombre de résultats qu'il a

» L'électro-diapason que j'ai décrit dans la Note du 19 mai et dans une Note précédente du 12 mai m'a procuré une méthode nouvelle et précise pour étudier ces mouvements, en les rendant *réguliers, continus, indépendants de la volonté de l'observateur,* et m'a permis, par suite, de les soumettre à des mesures exactes.

» La méthode consiste à encastrer solidement un fil élastique quelconque à l'une des extrémités d'un électro-diapason, perpendiculairement au plan de vibration de l'instrument, après avoir mesuré son diamètre et sa longueur. On peut faire varier la longueur, en raccourcissant peu à peu le fil avec une pince coupante, le diamètre du fil, sa nature, le diapason auquel il est fixé, l'intensité du mouvement de ce diapason, etc.

» Quelles que soient les circonstances dans lesquelles on se place, deux cas peuvent se présenter si l'on prend au hasard une longueur quelconque de fil, quand l'électro-diapason se met en mouvement.

» 1° Ou bien le fil se divise nettement en un certain nombre de concamérations, avec une extrémité libre dont la vibration (comme celle du fil entier) s'exécute parallèlement à celle de tous les points du diapason. L'autre extrémité, fixée à l'instrument, vibre comme lui. Un nœud se trouve à une distance plus ou moins grande du diapason, dont l'intensité vibratoire et l'amplitude ne sont pas sensiblement altérées par la présence du fil. Celui-ci se trouve alors dans ce que j'appellerai l'un de ses *états vibratoires normaux.*

» 2° Ou bien le fil présente des formes vibratoires plus ou moins complexes, indiquant des superpositions de mouvements et quelquefois des vibrations tournantes. L'extrémité libre, depuis le nœud extrême, prend la forme d'une sorte de cornet dont la section droite est une ellipse, une courbe fermée irrégulière, ou une courbe à nœuds : forme fixe, ou dont les parties semblent quelquefois tourner les unes autour des autres, et qui peut être encore compliquée par des mouvements d'ensemble désordonnés du fil.

» Cette complexité d'effets a lieu surtout quand le fil est fin; mais, dans tous les cas, ces états vibratoires, que j'appellerai *anormaux* ou *de transition,* sont caractérisés par une diminution de l'amplitude et de l'intensité du mouvement du diapason : diminution remarquable, qui peut aller jus-

---

observés. Mes propres recherches ont confirmé la plupart des lois indiquées par M. Gripon et m'en ont fourni de nouvelles.

qu'à l'extinction à peu près complète dans des cas bien déterminés que j'indiquerai plus tard.

» On est d'ailleurs toujours le maître de passer d'un état normal à un état anormal : il suffit de raccourcir le fil en en coupant un morceau.

» Je distinguerai ces deux états et j'établirai d'abord les lois que suivent les fils pendant l'état normal.

» II. *État vibratoire normal.* — Dans cet état, le fil présente un premier nœud à une distance plus ou moins grande du diapason, une série de nœuds et de ventres. J'appelle D_1 la première distance nodale (distance du premier nœud au second); D les autres distances nodales (elles sont égales), sauf la dernière, que j'appelle d; après le dernier nœud se trouve une certaine longueur l du fil qui vibre librement.

» Le nombre des nœuds, les distances nodales, la longueur l dépendent de la longueur L du fil, de son diamètre δ, du nombre de vibrations n du diapason. En mesurant avec soin ces quantités diverses, on trouve les lois que le tableau suivant met en évidence :

NATURE DES FILS. (1)		δ (2)	$\sqrt{\delta}$ (3)	D_1 (4)	D (5)	d (6)	l (7)	$\frac{D}{3}$ (8)	$\frac{d}{D}$ (9)	$\frac{D_n}{D}$ (10)	$\frac{\sqrt{\delta_n}}{\sqrt{\delta_1}}$ (11)
		mm		mm	mm	mm	mm	mm			
Fer.......	I......	0,14	0,374	33,2	32,6	29,5	10,7	10,8	0,91	1,00	1,00
	II......	0,24	0,490	44,0	43,5	40,4	14,9	14,5	0,93	1,35	1,38
	III.....	0,46	0,678	58,3	58,8	54,2	19,7	19,6	0,92	1,80	1,81
	IV.....	0,49	0,700	»	60,7	56,0	20,4	20,2	0,92	1,86	1,87
Cuivre....	I......	0,17	0,412	30,6	30,7	28,0	10,1	10,2	0,91	1,00	1,00
	II......	0,24	0,490	37,4	37,4	34,0	12,5	12,5	0,91	1,22	1,25
	III......	0,38	0,616	44,6	45,7	41,0	15,2	15,2	0,90	1,48	1,49
Platine....	I......	0,20	0,447	29,7	30,4	27,5	10,2	10,1	0,90	1,00	1,00
	II......	0,30	0,547	»	36,7	»	12,0	12,2	»	1,21	1,22
Aluminium	I......	0,24	0,490	41,2	42,6	39,4	14,4	14,2	0,92	1,00	1,00
	II......	0,47	0,686	57,0	58,5	53,7	19,3	19,5	0,92	1,37	1,40
	III.....	0,92	0,959	80,7	82,5	75,4	26,7	27,5	0,92	1,94	1,96

» 1. *Quelle que soit sa longueur, quand le fil vibre régulièrement, il vibre toujours synchroniquement avec le diapason.*

» On le voit en inscrivant ses vibrations sur un cylindre et en les comptant; on peut s'en assurer très-simplement, en appuyant légèrement la tranche d'une feuille de papier sur un nœud : le frôlement de la feuille mise en vibration reproduit toujours le son du diapason.

» 2. *Pour un même fil, les distances nodales, sauf la première* D_1 *et la dernière* d, *sont égales.*

» Nous appellerons cette grandeur constante D *distance nodale normale.* La colonne n° 5 du tableau ci-dessus donne les valeurs de D pour chaque fil; les nombres de ce tableau sont les moyennes de 5 à 15 valeurs très-concordantes, car leur erreur relative moyenne ne dépasse jamais 0,01.

» La différence entre D et D_1 est très-faible et n'a pas de grandeur ni de sens déterminé. La distance d, au contraire, est constamment égale aux $\frac{9}{10}$ de D environ $\left(\textit{voir}\ \text{la colonne 9 qui donne les rapports}\ \frac{d}{D}\right)$.

» C'est une loi identique à celle que M. Lissajous a trouvée pour les verges vibrantes fixées à un bout et libres à l'autre.

» 3. *Pour un même fil, quelle que soit sa longueur,* l *est constante et égale au tiers de la distance nodale normale* D (*voir* les colonnes 7 et 8 du tableau).

» Ceci est encore conforme aux lois des vibrations des verges encastrées à un bout, de sorte qu'à un instant quelconque, en considérant la tige à partir du premier nœud seulement, elle est divisée comme le serait une tige vibrante fixée en ce nœud et libre à l'autre extrémité.

» 4. *A mesure qu'on fait varier la longueur du fil,* l, d, D *restent invariables, jusqu'à ce qu'il n'y ait plus qu'un nœud; la distance du premier nœud au diapason seule varie.*

» Cette distance varie précisément comme le fil; elle se raccourcit de la même quantité que lui, du moins *jusqu'à la limite où commencent ses vibrations anormales;* par conséquent les choses se passent, quand on raccourcit le fil, comme si l'on faisait glisser par degrés, dans l'encastrement, la figure qu'il présente, les nœuds disparaissant successivement. (On fait abstraction pour le moment, sauf à y revenir plus tard, de ce qui arrive quand, dans ce glissement fictif, les mouvements anormaux commencent.)

» 5. *Toutes choses égales d'ailleurs, les distances nodales normales de fils de même nature sont entre elles comme les racines carrées de leurs diamètres* (*voir* les colonnes 2, 3, 4, 10 et 11 du tableau; la colonne 11 intitulée $\frac{\sqrt{\delta_n}}{\sqrt{\delta_1}}$ donne les rapports des nombres de la colonne 3 au premier de chaque série; il en est de même de la colonne 10 par rapport à la colonne 5).

» 6. *Pour des diapasons différents, les distances normales correspondant à un même fil sont en raison inverse des racines carrées des nombres de vibrations des diapasons.*

» C'est ce que montre le tableau suivant pour deux diapasons n et n'.

	δ	D	n	D'	n'	$\frac{D'}{D}$	$\frac{\sqrt{n}}{\sqrt{n'}}$
Cuivre.	0,38	45,7	257,5	86,5	74,0	1,90	1,90
Fer	0,49	60,7	257,5	115,6	74,0	1,90	1,90
Aluminium ..	0,92	82,5	257,5	157,7	74,0	1,91	1,90 (1)

» 7. *Si l'on fait varier l'amplitude du diapason* (en faisant varier graduellement, par exemple, l'intensité de la pile), *la forme de la vibration du fil ne change pas, mais les trois ou quatre premiers nœuds voisins du diapason se déplacent, en s'éloignant ou se rapprochant de lui suivant que son amplitude augmente ou diminue. Ce déplacement décroît très-rapidement du premier au dernier nœud déplacé.*

» Par exemple, en faisant varier l'amplitude d'un diapason de 257,5 vibrations complètes par seconde, depuis celle qui produit des nœuds suffisamment nets jusqu'à une valeur triple, on obtient les nombres moyens suivants, qui représentent les déplacements en fractions de la distance moyenne des nœuds considérés au diapason :

	1er nœud.	2e nœud.	3e nœud.	4e nœud.	Observations.
Fer	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{20}$	$\frac{1}{50}$	$\frac{1}{100}$	Les autres nœuds ne changent pas de position.
Cuivre...........	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{25}$	$\frac{1}{68}$	$\frac{1}{200}$	

» Un tel déplacement n'altère pas la distance nodale normale et ne change pas les lois ci-dessus indiquées ; mais il en résulte néanmoins la nécessité d'opérer avec une amplitude constante du diapason pour avoir des résultats comparables ; c'est ce que j'ai toujours fait.

» J'aurai l'occasion de revenir sur ce sujet dans une prochaine Communication, où seront indiqués les faits relatifs aux vibrations anormales, et où les résultats précédents seront complétés. »

GÉOLOGIE COMPARÉE. — *Produit d'oxydation des fers météoriques ; comparaison avec les magnétites terrestres.* Note de M. **Stan. Meunier.**

« D'après des considérations déjà développées, les roches terrestres, prises dans leur ensemble, se comportent comme l'épiderme d'un globe dont les régions profondes seraient constituées par des masses semblables aux roches météoritiques.

---

(1) Tout ce qui précède est une confirmation complète, par une méthode d'observation sûre, précise et commode, des résultats obtenus par M. Gripon.

» Par exemple, les filons de serpentine sont, dans cette manière de voir, comme le *chapeau* des filons plus profonds de chantonnite. C'est un point qui a fourni le sujet d'études spéciales (1), et sur lequel nous ne revenons pas.

» Une autre conséquence non moins nécessaire de l'hypothèse est que les filons de fer oxydulé doivent de même représenter les portions supérieures de filons de fer massif comparables aux holosidères. Pour que ce dernier point puisse être admis, il faut montrer que, en s'oxydant à la faveur de certaines conditions, les fers météoriques se transforment en matières analogues à nos fers oxydulés.

» Ceci suppose à la fois que la structure de la masse se modifie considérablement et que sa composition s'altère, le nickel, par exemple, étant éliminé. C'est dans cette direction que j'ai tenté quelques expériences, qui seront résumées en peu de mots.

» Pour ce qui est de la structure caractéristique, il est facile de démontrer que le fait pur et simple de l'oxydation la détruit complétement. Un fragment du fer de Charcas (Mexique) fut chauffé au rouge, pendant cinq heures, dans un courant de vapeur d'eau. Au bout de ce temps, on laissa refroidir; la masse très-cohérente d'oxyde fut polie, puis traitée par l'acide chlorhydrique très-faible, suivant le procédé ordinaire de Widmanstætten : aucune figure n'apparut.

» Une fois ce fait constaté, on soumit une partie de l'oxyde qui venait d'être produit à l'action, continuée pendant plusieurs heures, de la chaleur rouge et du gaz hydrogène : une portion assez épaisse fut réduite à l'état métallique. Quoique la cohésion eût beaucoup diminué, on polit de nouveau et l'on recommença l'attaque par l'acide; il fut impossible d'obtenir une figure.

» On doit rapprocher de ce résultat le résultat tout pareil que donna un fragment préalablement poli de la magnétite contenue dans la serpentine de Firmy et traité par l'hydrogène. Ici encore, il fut impossiblede déterminer la production d'un dessin régulier.

» Donc, pour ce qui est seulement de la structure, la magnétite terrestre, et spécialement celle qui est en relation avec les roches serpentineuses, peut être comparée au produit de l'oxydation des fers météoriques.

» En ce qui concerne la différence de composition qui sépare la magnétite des fers météoriques, la difficulté est plus grande. Cependant la

(1) *Comptes rendus*, t. LXXI, p. 590.

disparition du nickel se présente comme pouvant, dans certaines circonstances, être une conséquence de l'oxydation.

» Le fer de Charcas, sur lequel j'ai opéré de préférence, parce que plusieurs petits fragments étaient à ma disposition, m'a rendu témoin d'un phénomène extrêmement curieux, dont les chimistes ne paraissent pas s'être préoccupés. Après avoir abandonné un petit morceau de ce fer dans l'eau régale, afin d'examiner le résidu de sa dissolution, on le sortit, on le lava, puis on le laissa sécher : au bout de quelque temps, et longtemps après qu'il semblait avoir perdu toute humidité, il se couvrit, en divers points, d'efflorescences d'un vert clair très-remarquable et contrastant, de la manière la plus nette, avec la nuance fortement ocreuse qu'il avait acquise. Ces efflorescences, examinées avec le plus grand soin, parurent ne pas renfermer de fer en quantité sensible et être surtout formées de chlorure de nickel. J'en conserve à l'air depuis plus de deux ans, sans que leur nuance ait changé, ce qui n'aurait pas eu lieu pour un chlorure ferrugineux.

» Il résulte de là qu'il peut s'opérer, dans certaines circonstances, un véritable départ entre le chlorure de fer et le chlorure de nickel. Le premier se décompose, de façon à donner de la limonite et du perchlorure très-soluble; l'autre reste tout entier, intact, à la disposition des agents capables de le dissoudre.

» Ce fait me paraît rendre compte, sans parler davantage de la différence de composition qui nous occupe, de diverses particularités offertes par les serpentines. On sait, par exemple, que presque toutes renferment du nickel, tandis que la partie lithoïde de la chantonnite en paraît exempte. Cela doit provenir, d'après le fait précédent, du lavage, par les eaux chargées de principes salins, des grenailles oxydées. Il est naturel de rapprocher ces observations de celles que M. Daubrée a faites, à l'inverse, sur le produit de la réduction des serpentines par le charbon (1) : il a vu le fer, réduit à l'état métallique, aller chercher le nickel dans la pierre, de manière à se rapprocher de la composition des alliages météoritiques. La cause de ces phénomènes réside dans une différence d'oxydabilité du fer et du nickel, intéressante à étudier et à comparer à celle des divers alliages de ces métaux.

» On voit donc que si, en résumé, on admet qu'un filon de fer météo-

(1) *Bulletin de la Société géologique de France*, 2e série, t. XXIII, p. 400.

rique, même ayant la structure régulière que fait apparaître l'expérience de Widmannstætten, eût été soumis, dans les profondeurs de l'écorce terrestre, à l'action de la chaleur qui y règne et des agents qui y circulent, on comprend aussi bien sa transformation en filon de fer oxydulé dépourvu de nickel que celle des filons de chantonnite en serpentine. Cette conclusion est importante, comme on voit, au point de vue de la Géologie comparée, et justifie une fois de plus le rapprochement des roches terrestres et des roches cosmiques. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Procédé de préparation d'un nouveau rouge d'aniline.* Note de M. É. FERRIÈRE.

« Ce procédé de préparation consiste dans la série d'opérations suivante : 1° on forme un acétate d'aniline; 2° on verse une dose d'hydrate de cuivre ammoniacal; 3° on sature par l'acide sulfurique : il se développe une belle couleur d'un rouge pourpre.

» Après concentration, la liqueur, abandonnée à elle-même, laisse déposer des cristaux de sulfate d'ammoniaque, qu'on sépare par filtration. Le nouveau rouge d'aniline conserve alors une grande limpidité. »

La séance est levée à 4 heures trois quarts. É. D. B.

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PAR L'ACADÉMIE PENDANT LE MOIS D'AOUT 1873.

Bulletin de la Société de Géographie; juin 1873; in-8°.

Bulletin de la Société Géologique de France; n° 8, 1872; in-8°.

Bulletin de Statistique municipale; septembre, octobre, novembre 1872; in-4°.

Bulletin général de Thérapeutique; n^{os} des 15 et 30 août 1873; in-8°.

Bulletin international de l'Observatoire de Paris, n^{os} des 27, 28, 30 juillet 1 à 4, 6 à 9, 17, 18, 20, 21 à 25, 27 à 30 août 1873; in-4°.

Bulletin mensuel de la Société des Agriculteurs de France; n° 8, 1873; in-8°.

Bullettino meteorologico dell' Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto, n° 4, 1873; in-4°.

Bullettino meteorologico del R. Osservatorio del Collegio romano; n° 7, 1873; in-4°.

Chronique de l'Industrie; nos 79, 81, 82, 1873; in-4°.

Gazette de Joulin, n° 22, 1873; in-8°.

Gazette des Hôpitaux; nos 91 à 100, 1873; in-4°.

Gazette médicale de Bordeaux; nos 15 et 16, 1873; in-8°.

Gazette médicale de Paris; nos 32 à 35, 1873; in-4°.

Iron, nos 30 à 33, 1873; in-folio.

Journal de Médecine de l'Ouest; 2e trimestre, 1873; in-8°.

Journal d'Agriculture pratique; nos 32 à 35, 1873; in-8°.

Journal de l'Agriculture; nos 226 à 229, 1873; in-8°.

Journal de l'Éclairage au Gaz; nos 15 et 16, 1873; in-4°.

Journal de Mathématiques pures et appliquées; septembre 1873; in-4°.

Journal de Pharmacie et de Chimie; août 1873; in-8°.

Journal des Connaissances médicales et pharmaceutiques; nos des 15 et 30 août 1873; in-8°.

Journal des Fabricants de Sucre; nos 18 à 20, 1873; in-folio.

Journal de Physique théorique et appliquée; août 1873; in-8°.

Journal médical de la Mayenne; n° 5, 1873; in-8°.

Kaiserliche... *Académie impériale des Sciences de Vienne;* nos 16 à 21, 1873; in-8°.

L'Abeille médicale; nos 32 à 35, 1873; in-4°.

La Nature; nos 10 à 13, 1873; in-4°.

La Revue médicale française et étrangère; n° du 5 juillet 1873; in-8°.

La Revue scientifique; nos 6 à 9, 1873; in-4°.

La Tribune médicale; nos 259 à 263, 1873; in-4°.

L'Art médical; août 1873; in-8°.

L'Imprimerie; juillet 1873; in-4°.

Le Gaz; n° 2, 1873; in-4°.

Le Messager agricole; n° 7, 1873; in-8°.

Le Moniteur scientifique-Quesneville; août 1873; gr. in-8°.

Le Mouvement médical; n° 35, 1873; in-4°.

Les Mondes; nos 15 à 18, 1873; in-8°.

Magasin pittoresque; août 1873; in-4°.

Matériaux pour l'histoire positive et philosophique de l'homme; liv. 3, 1873; in-8°.

Montpellier médical. Journal mensuel de Médecine; août 1873; in-8°.

Memorie della Società degli Spettroscopisti italiani; mai 1873; in-4°.

Monatsbericht der Königlich preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin; marz-april 1873; in-8°.

Nouvelles Annales de Mathématiques; août 1873; in-8°.

Recueil de Médecine vétérinaire militaire; n° 7, 1873; in-8°.

Répertoire de Pharmacie; nos 15 et 16, 1873; in-8°.

Revue bibliographique universelle; août 1873; in-8°.

Revue d'Artillerie; août 1873; in-8°.

Revue des Eaux et Forêts; août 1873; in-8°.

Revue de Thérapeutique médico-chirurgicale; nos 16 et 17, 1873; in-8°.

Revue hebdomadaire de Chimie scientifique et industrielle; nos 28 à 31, 1873; in-8°.

Revue maritime et coloniale; août 1873; in-8°.

Revue médicale de Toulouse; août 1873; in-8°.

Rendiconto della R. Accademia delle Scienze fisiche e matematiche; Napoli, n° 7, 1873; in-4°.

Société d'Encouragement. Comptes rendus des séances; n° 13, 1873; in-8°.

Société des Ingénieurs civils; n° 14, 1873; in-4°.

Société entomologique de Belgique; n° 89, 1873; in-8°.

The Journal of the Franklin Institute; june, july 1873; in-8°.

The Food Journal; n° 43, 1873; in-8°.

ERRATA.

(Séance du 8 septembre 1873.)

Page 572, ligne 9 en remontant, *au lieu de* petite distance au-dessus du niveau du sol, *lisez* petite distance au-dessous du niveau du sol.

Page 592, ligne 9,

au lieu de $V^2 = \dfrac{(h-y)L + Mv^2 + N}{Py^2 + Qy + R}$, *lisez* $V^2 = \dfrac{(h-y)L + Mv^2 + Nv}{Py^2 + Qy + R}$.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 22 SEPTEMBRE 1873,

PRÉSIDÉE PAR M. BERTRAND.

M. le **Président** annonce à l'Académie les pertes douloureuses qu'elle a faites, depuis la dernière séance, dans la personne de M. *Coste*, Membre de la Section d'Anatomie et Zoologie, décédé au château de Rézenlieu, près Gacé (Orne), le 19 septembre, et dans la personne de M. *Nélaton*, Membre de la Section de Médecine et Chirurgie, décédé à Paris, le 21 septembre.

M. le Président se fait, en quelques paroles émues, l'interprète des sentiments de l'Académie dans cette triste circonstance.

Sur la proposition de M. le Baron Larrey, l'Académie décide que, en présence de ce double deuil, elle n'entendra aucune lecture, et que la Correspondance seule trouvera place dans le *Compte rendu* de la séance.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE. — *Recherches thermiques sur la condensation des gaz par les corps solides* (suite) : *Absorption de l'hydrogène par le noir de platine;* par M. **P.-A. Favre**.

« J'ai essayé de démontrer que l'hydrogène électrolytique est *actif*, et que, pour passer à l'état gazeux ordinaire, il met en jeu 4600 calories environ. Cette quantité de chaleur n'étant pas transmissible au circuit, le

changement allotropique de l'hydrogène appartient à cette classe de phénomènes que j'appelle *méta-électrolytiques*.

» Dans mes recherches sur l'absorption de l'hydrogène par le palladium (1), j'ai fait connaître : 1° la quantité de chaleur (9000 calories environ) due à la formation de l'alliage d'*hydrogénium* et de palladium; 2° j'ai montré que la condensation de l'hydrogène par le palladium et la condensation des gaz par le charbon ne sont nullement comparables. En effet, lors des absorptions fractionnées de gaz par le charbon, la fixation successive de poids égaux d'un gaz donné correspond à des dégagements de chaleur de plus en plus faibles (2). Dans la fixation échelonnée de l'hydrogène sur le palladium, au contraire, à des poids égaux d'hydrogène correspondent des quantités de chaleur égales; aussi la condensation de l'hydrogène par le palladium donne-t-elle naissance à un alliage défini. 3° Enfin j'ai cherché si la chaleur mise en jeu par la formation de cet alliage profite au courant, et j'ai reconnu que les 9000 calories, environ, dégagées par cette réaction, ne sont pas transmissibles au circuit. La condensation de l'hydrogène par le palladium est donc un phénomène *méta-électrolytique* (3).

» J'avais signalé l'intérêt qui s'attachait à l'étude de l'absorption de l'hydrogène par le noir de platine, recherche qui fait l'objet de ce travail.

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXVIII, séances du 7 et du 28 juin 1869.

(2) Comme si le gaz formait à la surface des pores du charbon des couches de moins en moins denses.

(3) Aux résultats de l'électrolyse des bases alcalines, dans un voltamètre à électrodes en platine (*Comptes rendus*, t. LXXIII, séance du 25 septembre 1871) et de l'électrolyse de l'acide sulfurique dans un voltamètre à électrode négative en palladium (*Comptes rendus*, t. LXVIII, séances du 7 et du 28 juin 1869), j'en ai ajouté de nouveaux, qui m'ont été fournis par l'électrolyse des oxydes de potassium, de sodium et d'ammonium dans un voltamètre à électrodes de platine et de palladium (ce dernier métal constituant l'électrode négative).

Dans ces conditions, l'électrolyse s'effectue comme dans un voltamètre à électrodes de platine seul, avec cette différence, toutefois, que l'hydrogène forme un alliage avec le palladium, ainsi que cela a lieu également lorsqu'on électrolyse l'acide sulfurique dans un voltamètre à électrode négative en palladium.

L'expérience, suivant mon appréciation, diffère en ce que l'hydrogène fixé par le palladium ne provient pas directement de l'électrolyse de la base alcaline, mais bien de l'eau décomposée par le métal alcalin mis en liberté. Cette conclusion résulte de mes expériences sur l'électrolyse des bases alcalines, opérée dans un voltamètre à électrodes de platine et de mercure (*Comptes rendus*, t. LXXIII, séance du 30 octobre 1871). En un mot, l'électrolyse

» Voici les résultats d'opérations qui se sont succédé sans interruption jusqu'à saturation presque complète du noir :

OPÉRATIONS.	VOLUME du gaz condensé (corrigé).	TEMPÉRATURE.	PRESSION barométrique.	HAUTEUR du mercure contenu dans le tube manométrique.	H (1)	POIDS de l'hydrogène fixé dans chaque opération.	CALORIES dégagées dans chaque opération.	CALORIES dégagées pour 1 gr. d'hydrogène condensé.
I.......	cc 380,5	o 25,50	mm 764,80	mm 613	mm 151,8	gr 0,03395	cal 784,4	cal 23075
II.......	339,4	25,50	764,70	448	316,7	0,03033	653,3	21551
III......	339,5	25,85	764,70	268	496,7	0,03033	573,3	18951
IV......	76,3	26,00	764,80	21	743,8	0,00682	92,2	13538
V.......	1135,7(2)	25,70	764,75	21	743,8	0,10143	2103,2	20735

» Le mode de condensation de l'hydrogène par le noir de platine diffère de celui de l'hydrogène par le palladium en lames. En effet, lorsqu'on introduit ce gaz, par portions successives, au contact du noir de platine et finalement jusqu'à saturation, la chaleur mise en jeu n'est pas constante pour des poids égaux de gaz absorbés, comme cela a lieu pour le palladium. Ainsi, pour 1 gramme d'hydrogène actif, provenant de l'électrolyse de l'acide sulfurique et condensé par le palladium :

La première expérience a donné............ 8938 calories.
Et la dix-septième........................ 9167 »

» Pour la condensation de l'hydrogène ordinaire et gazeux par le platine, au contraire, la chaleur a été de plus en plus faible; en effet :

La première expérience a donné............. 23 075 calories.
Et la quatrième.......................... 13 528 »

---

des bases alcalines, effectuée dans les conditions que je viens de signaler, participe des deux ordres d'électrolyses que j'ai rappelés, soit par la manière dont se comportent les *électrolytes* et leurs éléments constituants mis en liberté, soit par les résultats thermiques obtenus. Je ferai remarquer, d'ailleurs, que l'*ammonium* mis en liberté par électrolyse, pas plus que le potassium et le sodium obtenus de la même manière, ne paraît s'allier au palladium.

(1) H exprime la pression maximum que supporte le gaz renfermé dans le récipient en acier contenant le noir, dans le tube en plomb qui réunit le récipient au tube manométrique et dans ce tube lui-même, à la fin de chaque opération.

(2) Ce nombre, divisé par 4,65 (volume du platine exprimé en centimètres cubes), donne 244. Ainsi le noir de platine qui m'a servi n'a condensé que 244 fois seulement son volume d'hydrogène, en raison, sans doute, de la température à laquelle ce noir avait été porté, et qui avait probablement modifié son pouvoir absorbant pour l'hydrogène.

» L'hydrogène condensé par le palladium semble donc se répartir d'une manière uniforme dans toute la masse du métal pour constituer avec lui un véritable alliage, tandis que l'hydrogène condensé par le noir de platine semble se répartir à la manière de l'acide carbonique ou de l'ammoniaque, fixés par le charbon de bois (1), c'est-à-dire en formant des couches de moins en moins denses, à partir de la surface du métal. L'action du noir de platine sur l'hydrogène me paraît donc rentrer dans la classe des phénomènes dus à l'*affinité capillaire*, pour me servir de l'expression de M. Chevreul. Remarquons, toutefois, que l'hydrogène, condensé en si grande quantité par le noir de platine, n'est absorbé par le charbon qu'en quantité insignifiante.

» J'ai fait voir que, pour l'acide sulfureux et le protoxyde d'azote condensés par le charbon de bois, la chaleur dégagée dépasse la chaleur latente de liquéfaction de ces gaz (2). On peut, par induction, supposer qu'il en est de même pour l'hydrogène, gaz qui n'a pu cependant être liquéfié directement par la pression. Quant à l'acide carbonique, la chaleur d'absorption par le charbon dépasse la chaleur latente de gazéification de l'*acide solide* (3). Il y aurait donc affinité entre l'acide carbonique solide et les cellules du charbon. On pourrait faire une supposition semblable à l'égard de l'hydrogène fixé sur le noir de platine.

» Considérons maintenant ce qui se passe lors de l'électrolyse de l'acide sulfurique, par exemple, en employant soit un couple zinc et palladium, soit un couple zinc et platine. Dans le premier cas, l'hydrogène est absorbé par le palladium (expérience I ci-dessous) et, dans le second cas, l'hydrogène se dégage librement à la surface du platine (expérience II).

» *Expérience I.* — L'hydrogène engendré par l'électrolyse de l'acide sul-

---

(1) *Comptes rendus*, t. XXXIX, p. 732; 1854.

(2) *Comptes rendus*, t. XXXIX, p. 732.

Chaleur de liquéfaction de l'acide sulfureux....	2822	calories.
» du protoxyde d'azote...	2222	»
Chaleur de condensation de l'acide sulfureux....	5267	»
» du protoxyde d'azote...	3718	»

(3) *Comptes rendus*, t. XXXIX, p. 732.

Chaleur de solidification de l'acide carbonique...	3128	calories.
Chaleur de condensation de l'acide carbonique...	3467	»
Différence......	339	»

furique, et fixé au moment même où cet hydrogène abandonne le composé liquide, se fixe à l'état actif sur le palladium (1); car il n'a pas pu passer à l'état gazeux ordinaire de l'expérience II ci-dessous, et les 9000 calories environ qu'il dégage en se fixant sur le palladium peuvent être considérées comme l'expression thermique de la combinaison de l'hydrogène à l'état actif et liquide avec le palladium solide, pour former un alliage où le gaz est passé à l'*état solide* sans cesser pour cela d'être actif.

» *Expérience II.* — Il n'en est plus de même lorsque l'hydrogène, ayant la même origine, prend naissance au contact du platine. Dans ce cas, l'hydrogène actif, en sortant de la combinaison, *à l'état de véritable corps explosif,* subit une modification allotropique et se transforme en hydrogène ordinaire et *liquide*. La quantité de chaleur qu'il dégage, pendant cette transformation, est telle, que, malgré l'absorption de chaleur due au passage de l'état liquide à l'état gazeux de l'hydrogène ainsi formé (absorption de chaleur qui doit être considérable d'après la chaleur dégagée par la condensation de l'hydrogène gazeux sur le noir de platine), le calorimètre accuse encore 4600 calories environ.

» Si nous nous reportons maintenant au phénomène thermique qui accompagne la condensation de l'hydrogène ordinaire et gazeux par le platine, nous arrivons à cette conclusion que l'hydrogène actif et *liquide* (c'est-à-dire tel qu'il se trouve dans le composé liquide dont il se sépare), qui dégage 4600 calories environ, en passant à l'état gazeux ordinaire (expérience II), et 20700 calories, environ, en se fixant sur le noir de platine, après cette transformation, dégagerait 25300 calories environ, s'il ne subissait pas une transformation avant sa condensation par le platine, à la surface duquel il cesserait d'être à l'état actif (2).

» Nous arrivons également à cette autre conclusion que l'hydrogène actif et *liquide* qui ne dégage que 9000 calories, environ, en se fixant directement sur le palladium (expérience I), doit nécessairement rester à l'état actif et constituer avec ce métal un véritable *alliage explosif* (3), susceptible

(1) On peut admettre qu'il occuperait, en sortant de l'acide sulfurique, un volume momentanément double de celui qu'il occupe à l'état ordinaire (4 volumes au lieu de 2 volumes).

(2) L'électrolyse de l'acide sulfurique, dans un voltamètre à électrodes de platine et de noir de platine (celui-ci constituant l'électrode négative), me semble offrir assez d'intérêt pour que je me propose de la réaliser prochainement.

(3) A toutes les preuves qui ont été fournies à l'appui de l'état actif de l'hydrogène allié

de dégager 14000 calories environ (1), par sa décomposition en palladium et en hydrogène ordinaire, supposé à l'état solide.

» Je reviendrai sur ce point lorsque j'aurai déterminé la chaleur mise en jeu dans la condensation, par le palladium, de l'hydrogène ordinaire, c'est-à-dire non électrolytique et par conséquent non actif.

» Rapprochons maintenant les phénomènes thermiques qui accompagnent l'électrolyse de l'acide sulfurique, ainsi que la condensation de l'hydrogène, soit à la surface du platine, soit dans la masse du palladium, des phénomènes thermiques afférents à la synthèse de l'eau, en partant de ses éléments constituants pris à divers états.

» J'ai établi depuis longtemps que, dans l'électrolyse de l'acide sulfurique, la quantité de chaleur empruntée à la pile, et qui ne lui est pas restituée, est de 48500 calories environ, et que, sur ce nombre, 14000 calories, environ, sont accusées par le calorimètre qui renferme le voltamètre (2), tandis que 34500 calories, environ, restent à l'état latent dans les éléments constituants de l'eau devenus libres et qui sont passés à l'état ordinaire.

» J'ai été conduit à admettre aussi que l'oxygène n'était pas un produit immédiat de l'électrolyse, mais qu'il provenait très-probablement de l'eau

---

au palladium, j'en ajoute une nouvelle qui s'est présentée accidentellement dans le cours de mes expériences.

Une lame d'hydrure de palladium, recourbée et provenant de l'électrolyse de l'oxyde d'ammonium, avait été plongée dans l'eau distillée. Au bout de quelques jours, cette lame, retirée de l'eau, redressée et essuyée vivement, afin de la sécher, a été introduite de suite dans un tube de verre bouché dont le fond a été brisé par son contact. Ayant retiré immédiatement cette lame, je me suis aperçu qu'elle s'était fortement échauffée, au point de brûler les doigts. Comment expliquer ce dégagement de chaleur? Est-il dû à une simple transformation de l'hydrogène actif en hydrogène ordinaire, c'est-à-dire à un *phénomène explosif* qui s'est produit dans la masse de l'alliage? ou bien faut-il attribuer le phénomène à une combustion sans flamme de l'hydrogène à la surface du palladium? C'est ce que je me propose de rechercher.

(1) En admettant, pour l'hydrogène, ce que j'ai établi expérimentalement pour l'acide carbonique (c'est-à-dire qu'il faut retrancher $\frac{1}{3}$ environ de la chaleur de condensation de l'hydrogène ordinaire pour avoir sa chaleur de solidification, il en résulterait que la somme des chaleurs latentes de liquéfaction et de gazéification de l'hydrogène ordinaire serait exprimée par 18000 calories environ.

(2) 4600 calories sont dues à la transformation de l'hydrogène actif, à l'état liquide, en hydrogène ordinaire et gazeux, et 9400 calories à une transformation du même ordre pour l'oxygène.

que le radical métalloïdique SO^4 décompose à l'électrode positive, de même que les métaux alcalins, provenant de l'électrolyse des bases alcalines et des sels alcalins, décomposent cette eau à l'électrode négative, en mettant l'hydrogène en liberté.

» L'étude de l'électrolyse des bases alcalines (1) m'a également conduit à admettre que la décomposition de l'eau par le radical métalloïdique des sels constituait un phénomène *synélectrolytique* aussi bien que sa décomposition par le radical métallique de ces composés, c'est-à-dire que la chaleur mise en jeu profite au courant. C'est ainsi que l'acide sulfurique, par exemple, qui semble n'emprunter à la pile que 48500 calories, environ, pour se décomposer en SO^4 et H, en emprunte en réalité un excédant qui lui est restitué.

» Jusqu'à présent tout semble établir que l'hydrogène qui entre dans la constitution des acides s'y trouve à l'état actif. En est-il de même pour l'hydrogène qui entre dans la constitution de l'eau? Tout porte à le croire. En effet, si l'hydrogène de l'eau (corps non électrolysable) ne peut pas être obtenu directement par l'électrolyse, il peut être obtenu indirectement, ainsi que nous venons de le dire, dans le phénomène *synélectrolytique* de la décomposition de l'eau par un métal alcalin, et, dans ce cas, il se comporte absolument comme l'hydrogène qui provient directement de l'électrolyse de l'acide sulfurique. Ce que je viens de dire de l'état actif de l'hydrogène de l'eau s'applique également à son oxygène (2).

» On voit, en définitive, que le phénomène thermique de la formation de l'eau et celui de sa décomposition ne sont pas aussi simples qu'on aurait pu le croire au premier abord. En effet, en partant des éléments constituants de l'eau pris à l'état ordinaire, la quantité de chaleur accusée par le calorimètre est la somme algébrique des nombres fournis par les phénomènes suivants :

» 1° Passage de l'hydrogène et de l'oxygène, ordinaires et gazeux, à l'état actif et également gazeux; 2° combinaison de ces éléments ainsi

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 767 et 1036.

(2) Dans un prochain Mémoire, j'étudierai les effets thermiques dus à la condensation de l'oxygène ordinaire par le noir de platine, ainsi que l'oxydation des corps par l'ozone. Si je n'ai pas immédiatement étudié la condensation de l'oxygène par le noir de platine, cela tient à ce que le noir de platine qui m'avait servi à condenser l'hydrogène (après avoir été chauffé dans le vide, afin de lui enlever la totalité du gaz qu'il avait condensé) s'est trouvé impropre à fixer la moindre trace d'oxygène : il était devenu moins noir et plus cohérent.

modifiés; 3° enfin passage de la vapeur d'eau à l'état liquide. Il est bien entendu que le premier phénomène est solidaire du second.

» Je répéterai que nous ne connaissons pas encore la chaleur de formation de l'eau, en partant de ses éléments constituants pris à l'état où ils se trouvent dans ce composé. Cet état, tant pour l'eau que pour les autres composés, n'est pas le même qu'à l'état de liberté, ainsi que je m'efforce, depuis longtemps, de le démontrer.

» En terminant, je crois devoir exprimer mes remercîments à M. F. Roche, attaché au Laboratoire de recherches de Marseille, pour le concours intelligent et dévoué qu'il a bien voulu me prêter. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

VITICULTURE. — *Sur quelques particularités relatives à la forme ailée du Phylloxera au point de vue de la propagation de l'insecte.* Lettre de M. **Max. Cornu** à M. Dumas (1).

(Renvoi à la Commission.)

I.

« En faisant une étude suivie des renflements des radicelles attaquées par le *Phylloxera vastatrix,* j'ai rencontré un fait qui ne paraît pas être sans importance, au point de vue des conclusions qu'on en peut tirer : c'est une particularité relative à la fois aux transformations et aux mœurs de l'insecte.

» On a considéré jusqu'ici la forme ailée du *Phylloxera vastatrix* comme fort rare. Je me rappelle avoir cherché, à Montpellier, en compagnie de M. Planchon, des nymphes de cet insecte sur les grosses racines, couvertes d'un nombre énorme d'individus aptères et d'œufs, et elles y étaient fort rares, même au mois de septembre. Quand, après l'examen d'une dizaine ou d'une quinzaine de racines fortement attaquées, nous en rencontrions cinq à six, nous nous tenions pour très-satisfaits. Dans les bocaux où l'on dépose pour l'étude les racines couvertes de pucerons, on voit, de temps en temps, sur les parois, des insectes ailés, mais toujours très-peu abondants; je n'en ai pas rencontré plus de trois ou quatre dans mes études de l'année dernière. M. Planchon m'en montra une quinzaine qu'il avait obtenus en

---

(1) Cette Note est adressée de Cognac, où M. Cornu s'est rendu, d'après les instructions de la Commission du Phylloxera.

recherchant les nymphes et en les mettant à part. L'observation de M. Faucon, qui rencontra les individus ailés en marche sur le sol avec les individus aptères, montra que les premiers étaient plus communs qu'on ne le pensait. Il en envoya à Montpellier une douzaine, dans un pli de lettre, quantité qui parut tout à fait remarquable.

» Si l'on n'a pas encore observé beaucoup d'individus ailés, c'est qu'on les a cherchés en dehors de l'endroit où ils se développent d'ordinaire. Les nymphes (1) se montrent non pas sur les grosses racines, mais sur le renflement des radicelles. Dans l'intéressant et important travail qu'ils viennent de publier (2), MM. Planchon et Lichtenstein disent, sans y insister d'ailleurs, que les nymphes se trouvent plus fréquemment sur les nodosités que sur les grosses racines. Elles n'y sont cependant pas nombreuses; mais, *point capital*, elles le *deviennent* par la transformation des individus qui y sont fixés. Il faut, pour s'en assurer, les observer pendant plusieurs jours de suite, en les conservant comme on conserve d'ordinaire les grosses racines; mais c'est une opération assez difficile, car les nodosités se prêtent mal à l'observation : elles pourrissent infailliblement, au bout de peu de temps, à moins de précautions spéciales; le nombre des insectes qu'elles offrent (surtout des mères pondeuses) est relativement beaucoup plus restreint que sur les grosses racines; elles sont moins commodes à tenir que celles-ci et à retourner en tous sens; elles offrent des replis et des anfractuosités où se cachent les insectes; c'est à cause de tout cela qu'elles paraissent avoir été le plus souvent négligées jusqu'ici.

» Quoique j'aie observé ce fait sur des renflements récoltés à Bordeaux et à Montpellier, et que je puisse citer des nombres décisifs observés sur des nodosités de ces deux origines, je préfère citer un exemple, de beaucoup le plus saillant et le plus intéressant, à cause des circonstances dans lesquelles il a été observé.

» Un des tubes adressés à l'Académie par M. Lecoq de Boisbaudran (*Comptes rendus*, 8 septembre 1873, p. 572) contenait des radicelles chargées de Phylloxeras et munies de renflements gros et petits, de taille

---

(1) Les nymphes se distinguent aisément des autres individus par leur corps, en général plus allongé et étranglé au milieu, leur teinte plus orangée ou plus rougeâtre, et surtout par des fourreaux d'ailes qui forment deux petites taches noires latérales.

(2) *Le Phylloxera (de 1854 à 1873). Résumé pratique et scientifique*, par J.-E. Planchon et Lichtenstein, p. 10.

moyenne en général et au nombre de vingt, ainsi que je m'en assurai dans la suite. Ce tube était long et gros comme le petit doigt. Il me fut remis avec les autres par la Commission du Phylloxera, le 6 septembre. Je trouvai trois nymphes et un individu ailé (à la suite d'un examen un peu superficiel d'ailleurs), ainsi que je l'écrivis le soir même à M. Milne Edwards. Or, depuis ce jour jusqu'à aujourd'hui 19 septembre, où les renflements sont entièrement pourris, j'ai successivement enlevé *trente et un* individus à l'état de nymphes ou ailés. Dans la nature, ces renflements en relation avec les racines auraient probablement vécu encore quelque temps et fourni de la nourriture à un certain nombre d'insectes, qui meurent de faim sur les parois du tube ou sur le tissu noir et décomposé des renflements. D'autres renflements m'ont donné des individus ailés, mais bien moins nombreux; cela tient au petit nombre des insectes présents à leur surface.

» Si maintenant on se représente l'ensemble d'un système radical d'un cep de vigne entièrement attaqué, et le nombre véritablement énorme de nodosités qu'il offre, on conçoit que le nombre des individus qui s'y développent successivement doit être considérable. Aussi cette forme toute spéciale et si différente des autres entre pour une proportion notable dans le nombre des insectes fixés sur la vigne. Les générations qui en procèdent constituent ainsi un total assez important. Seraient-ce ces générations qui constitueraient les individus hibernants?... Il y a là une étude directe à entreprendre, qu'il est d'ailleurs assez difficile de mener à bien.

» Les œufs de l'insecte ailé, comme cela a été dit souvent, sont en petit nombre dans son abdomen; ils sont volumineux, très-visibles et au nombre de trois. Quand l'un d'eux a été pondu sur les parois du tube, on peut, dans le corps de la mère, retrouver les deux autres, qui paraissent être au même état de développement. Rien ne les distingue, comme dimension, des œufs pondus par les insectes aptères; le diamètre longitudinal est le même ($0^{mm},35$ environ) que celui des insectes aptères des racines ou des galles : je m'en suis spécialement assuré.

» En quel endroit doivent être déposés ces œufs? Ce n'est évidemment pas sur les feuilles des vignes, comme on l'a cru d'abord; les feuilles des vignes indigènes ne portent jamais de galles, si ce n'est dans des cas très-rares, et le plus souvent dans les expériences faites spécialement en vue de les obtenir. Les insectes ailés étant nombreux sur les vignes, ils ont évidemment, dans la nature, un rôle à remplir, autre que celui de donner naissance à la forme gallicole.

» Dans quels vignobles sont-ils le plus abondants ? Il est facile de répondre à cette question : ce sera dans ceux qui présenteront le plus de nodosités; c'est donc la première année de l'invasion, car on sait que c'est alors que les renflements sont le plus nombreux; c'est un fait bien connu des viticulteurs du Midi : tel est, en effet, le premier symptôme de la maladie. C'est donc la première année que les Phylloxeras ailés se produiront en plus grand nombre.

» Nous savons, d'autre part, que ces nodosités pourrissent à la fin de l'été ou au commencement de l'automne, époque à laquelle se montrent principalement les ailés; ce n'est donc probablement pas sur les renflements qu'ils pondront leurs œufs; ce n'est probablement pas non plus sur les grosses racines, où les nymphes sont très-rares et où jamais ne se rencontrent les individus ailés. Leurs yeux multiples et leur double organe sensitif des antennes, tandis que les individus aptères n'ont que des yeux rudimentaires (trois cellules de pigment rouge) et un seul organe sensitif aux antennes, l'existence de leurs ailes, tout semble montrer qu'ils doivent avoir une existence aérienne, au moins en partie; ils doivent donc quitter le sol et paraître à la lumière.

» A quel instant ce départ loin des renflements se produit-il, car les individus ailés ne se montrent pas non plus sur les nodosités? Il est probable que c'est à l'état de nymphe, un peu avant la mue définitive, durant la courte période pendant laquelle il se passe de nourriture, que l'insecte quitte les renflements pour se rapprocher de la surface du sol : il y trouve des conditions favorables pour déployer ses ailes, sécher et consolider ces délicates membranes. Dans les vignobles des environs de Cognac, où j'étais envoyé par la Commission, j'ai trouvé sur le sol et j'ai montré en place à M. Lecoq de Boisbaudran que j'accompagnais, outre ces jeunes agiles, une nymphe agile aussi et vivante. Elle fut mise dans un tube et se transforma le lendemain en individu ailé. Je me suis assuré par l'observation directe que la nymphe, pendant un certain temps du moins, adhère au renflement par son suçoir, qu'elle y enfonce au quart de la longueur de cet organe. Cela n'empêche pas que, à un certain instant, vers la fin de l'intervalle où elle doit passer à l'état de nymphe, elle puisse abandonner la racine. C'est un fait général chez les Phylloxeras et que j'ai observé maintes fois sur les racines, que la peau des mues est libre de toute adhérence avec elles : ils ont donc, avant de muer, retiré leur suçoir enfoncé dans les tissus. Organiquement cela ne serait pas nécessaire, puis-

que le phénomène de la mue s'étend aux trois soies grêles du suçoir comme à toutes les parties, même les plus délicates, des appendices.

» Ce qui vient d'être dit paraît établir *a priori* que les individus ailés quittent le sol avant ou après la mue définitive, et arrivent à la lumière, ainsi que M. Faucon et ses neveux l'ont directement observé ; mais ils ne doivent pas demeurer sur le sol ; on en retrouve dans des toiles d'araignée, comme nous avons pu le constater, M. Planchon et moi, après M. Lichtenstein qui fit le premier cette observation. Ces individus ailés paraissent destinés à disséminer les parasites et la maladie dévastatrice dont ils sont la cause.

» Parmi les conclusions relatives à ce qui précède, quelques-unes, au moins, auront certainement un intérêt pratique.

» 1° La propagation de la maladie par les individus ailés, qui soulevait de sérieuses difficultés (1), est expliquée et justifiée; mais on ne doit pas oublier qu'elle peut avoir lieu à de petites distances, aussi bien qu'aux grandes distances.

» 2° C'est dans les premiers temps de l'invasion en un point que la maladie se transporte à de grandes distances de ce point, dans des circonstances encore mal déterminées.

» 3° L'arrachage des premiers individus attaqués (moyen préventif qui donne souvent les meilleurs résultats) ne peut pourtant avoir lieu entièrement. On enlève la souche et les grosses racines; mais, le plus souvent, les radicelles sont brisées et restent en terre : elles y sont retenues par les renflements, qui sont un obstacle à la traction exercée sur elles. Ainsi la plupart des racines extrêmes et leurs nodosités demeurent en terre; elles y pourrissent probablement moins vite que dans les tubes de nos expériences, et peuvent successivement donner naissance à des individus nombreux, qui sortent de terre et propagent au loin, ou même à peu de distance, la terrible maladie. L'arrachage et le brûlis sur place constituent un moyen plus sûr d'enrayer la propagation, mais d'une efficacité encore

(1) Le petit nombre des individus ailés connus, aussi bien que le nombre si restreint d'œufs qu'ils contiennent, forçait d'admettre des générations successives, très-nombreuses et très-prolifiques, se multipliant démesurément, pendant un temps très-court. Les causes variées de destruction naturelle des insectes, les accidents de toute nature, la difficulté de pénétration dans le sol, etc., n'étaient pas les moindres objections qu'on pût faire, et elles pouvaient être très-embarrassantes, quoique théoriquement la propagation par l'air fût des mieux démontrées.

insuffisante, car on laisse en terre des Phylloxeras non détruits. Cela était connu; mais ce qui ne l'était pas, et ce sur quoi j'insiste, c'est que, parmi ces insectes qu'on laisse en terre, beaucoup ne demeureront pas dans le sol; ils en sortiront plus ou moins tard et se répandront sur le reste du vignoble encore sain. Les tranchées qu'on arrose de liquides divers, produits phéniqués ou autres, ne peuvent donc ni tuer ni arrêter l'insecte ailé : il faut, à l'arrachage, joindre un traitement du sol.

» 4° En attaquant le Phylloxera de bas en haut par les vapeurs toxiques déposées dans le sol à une grande profondeur (progrès réel dans le traitement des vignes), ne force-t-on pas cependant les individus agiles et principalement, à l'époque où nous sommes, ces dangereux insectes ailés et les nymphes qui leur donneront naissance à abandonner plus vite les radicelles qui les nourrissent? C'est un point à examiner.

» 5° Il faut donc faire entrer sérieusement en ligne de compte la propagation de l'insecte par la surface du sol. On a proposé, pour s'y opposer, de répandre des poudres ou des liquides insecticides, que le Phylloxera devrait affronter pour sortir au dehors; on emploiera le moyen qu'on jugera convenable, mais il y a là un danger avec lequel on doit compter.

II.

» Quant à la possibilité du vol des insectes ailés, elle ne fait, pour moi, l'objet d'aucun doute; le petit nombre des individus qu'on a observés jusqu'ici et les conditions peu favorables à l'observation sont, je crois, les causes qui ont empêché de constater ce fait directement.

» Le *Phylloxera quercus* se sert de ses ailes, c'est une chose acquise; j'ai récolté à Cognac, le 12 septembre dernier, des centaines de ces insectes à l'état ailé, sur la face inférieure des feuilles du chêne blanc. Ils sont, malgré quelques différences, fort semblables au parasite de la vigne (à l'état aptère comme à l'état ailé); ils s'en distinguent par une couleur plus rouge et des antennes plus longues. Le Dr Signoret, dans une brochure spéciale et déjà ancienne (1), a très-bien indiqué ces différences, qui ne laissent aucun doute sur la distinction des deux espèces.

» Au premier coup d'œil, les insectes ailés se ressemblent beaucoup; ce sont des sortes de petits moucherons, ils ont les ailes horizontales; mais

---

(1) *Les Phylloxera vastatrix, hémiptère homoptère de la famille des Aphidiens.* Extrait des *Annales de la Société entomologique de France,* 22 décembre 1869.

chez le *Phylloxera quercus* le corps est rouge : il est orangé chez le *Phylloxera vastatrix*.

» Je plaçai sur une feuille de papier blanc les feuilles de chêne couvertes de ces insectes ailés. Ils se laissèrent tomber sur le papier et s'y déplacèrent avec rapidité; puis, relevant leurs ailes verticalement, à la manière des pucerons ordinaires, ils prirent leur vol, sans s'élever beaucoup, vers une fenêtre située à plus de 1 mètre et demi de là. Au début de leur vol, ils décrivaient des cercles, en tournoyant comme pour prendre leur élan ; mais ils finissaient par voler en ligne droite, assez lentement du reste et lourdement. Au bout de peu de minutes, un nombre notable s'était échappé, et j'en retrouvai plusieurs fixés sur les vitres de la fenêtre. Ce fait de leur vol n'était pas inconnu : M. Planchon les a vus voler à la distance de quelques décimètres (*loc. cit.*, p .20); mais constatons que, comme les individus ailés des pucerons du rosier, etc., ils se sont dirigés vers la fenêtre, vers la lumière. Il est donc probable, si l'analogie ne nous trompe pas, que les individus ailés du *Phylloxera vastatrix* se servent de leurs longues, mais fragiles ailes, aussi bien que ceux du *Phylloxera quercus*, et que, à l'aide des vents, ils peuvent franchir des distances considérables.

» On peut donc dire, en résumé, que les individus ailés du *Phylloxera vastatrix* sont beaucoup plus nombreux qu'on ne l'avait cru jusqu'ici, et les conséquences que l'on peut tirer de l'abondance de cette forme particulière du parasite doivent être prises en sérieuse considération, aussi bien au point de vue de l'histoire naturelle de l'insecte qu'au point de vue du traitement des vignes malades.

» Je m'abstiens, pour l'instant, de donner aucun conseil pour ce traitement, de crainte de faire concentrer les efforts à une époque inopportune. On ne saura au juste ce qu'on doit faire et dans quelle mesure on peut agir efficacement que lorsque l'histoire naturelle du parasite sera entièrement connue; mais je me permets de faire remarquer qu'il semble ressortir de cette Communication et des précédentes que le Phylloxera pourrait être, par des moyens divers et à des époques diverses, attaqué avec succès, au moment de l'une ou l'autre de ses transformations. Chaque traitement correspondrait à un danger spécial. Doit-il, quand ses formes sont si variées et ses mœurs si différentes, être combattu une seule fois, à une époque unique, ou même en tous temps avec le même agent? C'est une réflexion que je soumettrai aux viticulteurs.

» La question n'a rien d'extraordinaire ; ne répète-t-on pas le soufrage des vignes jusqu'à trois fois dans le Bordelais, jusqu'à quatre fois dans

le Midi? Répéter plusieurs fois le même traitement ou en exécuter plusieurs successifs n'a rien qui doive étonner les viticulteurs. Ne se met-on pas successivement, par des moyens divers, à l'abri des attaques de la Pyrale, de l'oïdium, de l'Altise, etc., etc. ?

III.

» Je me suis rendu à Cognac, selon le désir de la Commission, et j'ai écrit à M. Milne Edwards les conditions dans lesquelles nous avons opéré; mais il me semble que le temps que nous avons eu depuis (la pluie n'a cessé de tomber depuis le 12 jusqu'à hier 20 septembre) est extrêmement défavorable à l'essai que nous avons fait. Nous avons voulu expérimenter le système de M. Monestier, préconisé par M. Gaston Bazille (*Messager du Midi*, 13 août 1873); dans un trou profond on dépose 50 grammes de sulfure de carbone; mais les interstices du sol, dans les conditions actuelles, sont remplis par l'eau de pluie; partout où la vapeur pourrait passer et atteindre l'insecte, elle trouve l'eau qui imbibe le sol et empêche les bons effets du principe asphyxiant. Une pluie légère, qui s'opposerait à la sortie de cette vapeur à l'extérieur du sol, aurait un effet adjuvant, mais les pluies torrentielles sont contraires à l'emploi du sulfure de carbone. Un insuccès ne prouverait donc rien contre les bons résultats que peut donner la méthode proposée, si ce n'est qu'il faut l'appliquer par un temps sec, ou dans un sol non imbibé à une grande profondeur; une légère couche humide à la surface serait loin de nuire. Dans le Midi, où les pluies prolongées sont rares, cela n'aurait aucun inconvénient. »

VITICULTURE. — *Sur l'époque à laquelle il conviendrait d'appliquer la submersion aux vignes atteintes par le Phylloxera.* Lettre de M. **L. Faucon** à M. Dumas.

(Renvoi à la Commission.)

« Dans le remarquable Rapport sur les études relatives au Phylloxera, que vous avez lu à l'Académie le 16 juin dernier, vous avez insisté sur l'importance que présenterait la détermination de l'époque la plus convenable pour pratiquer la submersion des vignes. Guidé par vos indications, j'ai de nouveau examiné ce point intéressant de la question, et voici quel a été le résultat de mes études.

» S'il était possible, sans de graves inconvénients, d'attaquer les Phylloxeras au moment précis du terme de l'hibernation, immédiatement après la première mue printanière, lorsqu'ils sont dépouillés de leur enveloppe

protectrice, qu'ils sont tous jeunes, que tous les œufs de l'année précédente sont éclos ou détruits et que les nouveaux œufs ne sont pas encore pondus, conditions dans lesquelles les Phylloxeras résistent très-peu de temps à l'immersion, ce moment serait certainement le plus favorable à leur complète destruction; mais plusieurs motifs s'opposent à l'application du traitement à cette époque et en contrarient la réussite. D'abord tous les insectes ne sortent pas en même temps de leur sommeil hivernal : j'en ai vu qui commençaient à s'éveiller dès le 1er avril, et d'autres qui étaient encore dans un complet engourdissement vingt jours plus tard, alors que déjà les premiers, revenus à la vie, avaient grossi, s'étaient de nouveau revêtus d'une peau résistante et avaient pondu. Il y a là un cercle duquel il est difficile de sortir.

» Si l'on pratique la submersion dès qu'un certain nombre d'insectes ont passé de la léthargie à la vie active, on aura facilement raison de ceux-ci; mais, par le fait même de l'opération, la transformation de ceux qui sont encore engourdis sera retardée, et leur destruction exigera une immersion plus prolongée, aussi prolongée probablement qu'en hiver.

» Si l'on attend que la cessation de la vie latente se soit produite chez tous les Phylloxeras, on se trouvera en présence d'insectes de tous âges, (jeunes, adultes, mous, résistants) et d'un nombre considérable d'œufs, et l'on se heurtera contre les difficultés qu'on avait cru éviter en opérant à cette époque.

» De ce que l'insecte nouveau-né résiste peu à l'immersion, on aurait tort de conclure, même dans le cas où tous les Phylloxeras pourraient être attaqués en même temps dans la période de leur plus grande faiblesse, qu'une submersion de courte durée serait suffisante pour les faire périr tous. D'abord, si l'on a à traiter un vignoble de quelque étendue, plusieurs jours sont nécessaires pour que l'eau soit amenée dans toutes les parties de ce vignoble. Ensuite il faudrait toujours attendre que l'eau eût pénétré jusqu'aux racines les plus profondes; et, pour peu que le terrain soit de nature argileuse et compacte, nous savons combien est difficile et lente cette pénétration.

» Si tous ces inconvénients n'existaient pas, il en est un qui, à lui seul, s'opposerait radicalement à l'application de la submersion des vignes au printemps : c'est le mal qu'une eau surnageante, telle qu'il la faut pour tuer le Phylloxera, ferait éprouver aux vignes à cette époque. Le réveil de l'insecte coïncide avec celui de la végétation : c'est le moment où la vie des plantes, pour se manifester au dehors, a besoin non-seulement d'une certaine dose de chaleur, mais aussi de l'action que les agents at-

mosphériques impriment aux racines. Priver la vigne de ces auxiliaires indispensables serait l'exposer à de grands désordres, auxquels elle ne résisterait pas longtemps. Enfin, si l'on tient compte aussi des difficultés très-sérieuses que les submersions faites au printemps occasionneraient aux cultures générales, taille, apports d'engrais, labours, on est forcé de renoncer à l'application de ce mode de traitement à cette époque de l'année.

» En été, à l'époque de la grande multiplication du Phylloxera et au moment où, de l'aveu de tous les expérimentateurs, il résiste le moins à l'immersion, la submersion des vignes pourrait donner des résultats positifs au point de vue de la destruction de l'insecte; mais l'opération pratiquée alors présente des inconvénients non moins graves qu'au printemps. D'abord, si l'argument le plus général qu'on oppose au traitement de la submersion (son application restreinte) n'a une valeur réelle que pour les situations élevées, il aurait bien plus de force si la submersion devait se faire en été, puisque le traitement ne serait alors possible que dans des cas véritablement exceptionnels; il y a, en effet, beaucoup de pays qui ont de l'eau en abondance en hiver et qui en manquent totalement en été. Ensuite, s'il est prouvé et admis que des masses d'eau considérables, répandues sur de grandes surfaces, ne sont pas susceptibles de porter la moindre atteinte à la salubrité publique en hiver, il n'en serait pas de même en été. La submersion des vignes, pratiquée sur une vaste échelle, donnerait une eau stagnante s'étendant, dans certaines localités, à des milliers d'hectares et formant de véritables étangs, et pourrait devenir une cause d'insalubrité pendant la saison chaude. Enfin l'expérience a démontré que, à l'époque des chaleurs, la vigne ne peut pas impunément rester sous l'eau un temps un peu trop prolongé, et qu'elle est tuée par une immersion d'une durée très-insuffisante pour faire périr le Phylloxera.

» Les graves inconvénients que je viens de signaler ne permettant pas de pratiquer la submersion des vignes au printemps et en été, il faudra nécessairement en reporter la mise en œuvre à l'automne ou à l'hiver, époques les plus convenables à l'application et à la *réussite* du procédé, *si l'on suit à la lettre toutes les prescriptions que j'ai indiquées.*

» J'ai l'honneur d'adresser à l'Académie une nouvelle Notice que je viens de publier sur l'*Application de la submersion des vignes atteintes du Phylloxera.* Dans cette Notice, j'ai reproduit les idées qui font l'objet de la présente Communication, et qui sont dues aux indications que vous avez bien voulu me donner à ce sujet. »

M. R. Rejou adresse une Note concernant l'emploi des feuilles de tabac pour combattre le Phylloxera.

Les expériences effectuées par l'auteur le conduisent à affirmer l'efficacité d'un procédé qui consiste à enfouir des feuilles de tabac, soit vertes, soit sèches, au pied des ceps de vigne : la décomposition s'effectuant au voisinage des racines donne naissance, selon lui, à un poison qui détruit rapidement l'insecte. Il fait remarquer seulement que ce procédé ne pourrait être employé en grand, d'une manière économique, que si les règlements relatifs à la culture du tabac subissaient quelques modifications, en vue de cette application spéciale.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. A. Hay adresse une Note relative à l'emploi, contre le Phylloxera, d'une décoction de tabac mélangée avec de la chaux.

(Renvoi à la Commission.)

M. l'abbé Magnat prie l'Académie de vouloir bien lui adresser quelques documents relatifs à l'histoire naturelle du Phylloxera.

(Renvoi à la Commission.)

M. A. Brachet adresse la suite de ses recherches sur les perfectionnements à apporter au microscope.

(Renvoi à la Commission du prix Trémont.)

M. Dzwonkowski adresse une Note relative à un élixir anticholérique.

M. A. Pickerin adresse une Note relative au traitement du choléra.

M. V. Burq adresse un Mémoire sur l'action du cuivre contre le choléra.

Un Auteur, dont le nom est contenu dans un pli cacheté, adresse une Note concernant un traitement rationnel du choléra épidémique.

Ces diverses Communications sont renvoyées à la Commission du legs Bréant.

M. **Héna** adresse deux Communications relatives, l'une à des « Galets de silex dans le diluvium de Saint-Brieuc », l'autre au « *Grou* ou gravier granitique à blocs de Saint-Brieuc ».

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **Pierlot** adresse une Note concernant une pile au chlorure de plomb.

« On place, au fond d'un vase de verre ou de porcelaine, 500 grammes environ de chlorure de plomb; on y enfonce une plaque de plomb fixée à un fil de même métal, isolé au moyen d'un vernis, puis une plaque de zinc, d'environ 9 millimètres d'épaisseur, amalgamée et enveloppée d'un sac de papier dialyseur; on ajoute de l'eau tous les deux ou trois mois; le courant est à la fois énergique et constant. »

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Edm. Becquerel.

M. **Noiret** soumet au jugement de l'Académie deux Notes relatives, l'une aux reproductions photographiques, l'autre aux murailles et parquets ornementés.

Ces Notes seront soumises à l'examen de M. Balard.

CORRESPONDANCE.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Intégration de l'équation aux dérivées partielles des cylindres isostatiques qui se produisent à l'intérieur d'un massif ébouleux soumis à de fortes pressions.* Note de M. J. **Boussinesq**, présentée par M. de Saint-Venant.

« Ainsi que je l'ai remarqué dans une Note sur l'*Équation aux dérivées partielles des vitesses, etc.* (*Comptes rendus*, t. LXXIV, p. 450, 12 février 1872), les deux relations

$$(1)\quad \frac{d\log h_1}{d\rho} = \frac{1}{F-F_1}\frac{dF}{d\rho},\quad \frac{d\log h}{d\rho_1} = \frac{1}{F_1-F}\frac{dF_1}{d\rho_1} = \frac{d\log(F-F_1)}{d\rho_1} - \frac{1}{F-F_1}\frac{dF}{d\rho_1},$$

qui expriment, en coordonnées curvilignes rectangles, l'équilibre intérieur d'un corps soumis, parallèlement à un plan, à des pressions assez fortes pour qu'on puisse négliger en comparaison son poids et son inertie, s'intègrent exactement, non-seulement quand le milieu est ductile ou que la différence $F - F_1$ a une valeur constante, cas intéressant dont je me suis

occupé dans trois articles (*Comptes rendus*, 22 janvier, 29 janvier et 29 juillet 1872, même tome, p. 242, 318, et t. LXXV, p. 254), mais encore toutes les fois qu'il existe entre les deux forces principales F, F_1 une relation sous forme finie, permettant d'exprimer une de ces forces en fonction de l'autre, ou toutes les deux en fonction d'une même variable, et de rendre ainsi différentielles exactes les deuxièmes membres de (1). On peut même négliger les deux fonctions arbitraires qu'introduit l'intégration, comme je l'ai démontré d'après les formules (3) du premier de ces trois articles, si l'on choisit convenablement les paramètres ρ, ρ_1, caractéristiques des deux familles de cylindres isostatiques. On obtient ainsi, avec deux constantes C, C', dont la valeur pourra être prise quelconque, les formules

$$(2)\qquad \log h_1 = \int \frac{dF}{F - F_1} + C, \quad \frac{hh_1}{F - F_1} = C'.$$

» Appliquées au cas d'un massif pulvérulent à l'état ébouleux, ou tel que le rapport $-\frac{F - F_1}{F + F_1}$ vaille le sinus de l'angle constant φ de frottement, elles donnent, par la substitution à F de $\frac{1 - \sin\varphi}{-2\sin\varphi}(F - F_1)$,

$$(3)\qquad F - F_1 = h_1^{\frac{-2\sin\varphi}{1 - \sin\varphi}}, \quad h^{1-\sin\varphi} h_1^{1+\sin\varphi} = 1.$$

» La seconde de celles-ci, déjà obtenue dans la Note citée du 12 février 1872, est l'équation, en coordonnées courbes, des cylindres isostatiques produits à l'intérieur du massif ébouleux. Elle comprend, comme cas particulier correspondant à $\varphi = 0$, celle ($hh_1 = 1$) des cylindres isostatiques d'un milieu ductile déformé parallèlement à un plan.

» Si p, q, p_1, q_1 désignent les dérivées respectives en x et en y des deux paramètres ρ et ρ_1, cette seconde équation (3), où h, h_1 représentent les radicaux $\sqrt{p^2 + q^2}$, $\sqrt{p_1^2 + q_1^2}$, combinée avec la condition d'orthogonalité $pp_1 + qq_1 = 0$, et résolue par rapport à p_1, q_1, donnera

$$(4)\qquad \begin{cases} p_1 = \pm q\,(p^2 + q^2)^{-\frac{1+k^2}{2k^2}}, \quad q_1 = \mp p\,(p^2 + q^2)^{-\frac{1+k^2}{2k^2}}, \\ \text{où} \qquad k = \sqrt{\dfrac{1 + \sin\varphi}{1 - \sin\varphi}} = \operatorname{tang}\left(\dfrac{\pi}{4} + \dfrac{\varphi}{2}\right). \end{cases}$$

Comme p_1, q_1 sont les deux dérivées respectives en x et en y de la fonction ρ_1, la dérivée en y de la valeur (4) de p_1 doit égaler la dérivée en x de la valeur analogue de q_1; cette condition d'intégrabilité est d'ailleurs la seule que doive vérifier la fonction ρ pour que, la famille de cylindres

$f(x, y) = \rho$ étant donnée, on puisse en trouver une autre $f_1(x, y) = \rho_1$ orthogonale à la première et satisfaisant à la seconde relation (3). L'équation caractéristique des cylindres $f(x, y) = \rho$ est donc

$$\frac{d}{dx}\left[p(p^2+q^2)^{-\frac{1+k^2}{2k^2}}\right] + \frac{d}{dy}\left[q(p^2+q^2)^{-\frac{1+k^2}{2k^2}}\right] = 0, \tag{5}$$

ou bien, en développant les calculs et appelant, comme à l'ordinaire, r, s, t les trois dérivées secondes en dx^2, $dx\,dy$, dy^2 de la fonction à déterminer ρ,

$$(p^2 - k^2q^2)r + 2(1+k^2)pqs + (q^2 - k^2p^2)t = 0. \tag{6}$$

» Cette équation, qui se réduit, pour $\varphi = 0$ ou $k = 1$, à celle que j'ai intégrée dans l'article cité du 29 janvier 1872, se traitera exactement de la même manière. On lui appliquera d'abord la transformation de Legendre, c'est-à-dire qu'on prendra pour variables indépendantes p, q, et, pour fonction à déterminer, l'expression $\varpi = px + qy - \rho$, dont x et y sont les deux dérivées respectives en p et q; il viendra ainsi

$$k^2\left(p^2\frac{d^2\varpi}{dp^2} + 2pq\frac{d^2\varpi}{dp\,dq} + q^2\frac{d^2\varpi}{dq^2}\right) - \left(q^2\frac{d^2\varpi}{dp^2} - 2pq\frac{d^2\varpi}{dp\,dq} + p^2\frac{d^2\varpi}{dq^2}\right) = 0. \tag{7}$$

» Effectuant ensuite une nouvelle transformation, on remplacera p et q par le paramètre différentiel du premier ordre, h ou $\sqrt{p^2+q^2}$, de la famille considérée de cylindres, et par l'angle α $\left(\text{ayant pour tangente } \frac{q}{p}\right)$ que leur normale en (x, y) fait avec les x positifs : ces deux nouvelles variables définissent complétement, la première en grandeur, la seconde en direction, l'état mécanique du milieu au point (x, y); ce sont des coordonnées naturelles caractérisant chaque état physique possible, tout comme leurs deux fonctions x, y caractérisent le point du corps où cet état se trouve réalisé. Les équations du problème deviendront ainsi

$$\left\{\begin{array}{c} \dfrac{d^2\varpi}{d\alpha^2} = k^2h^2\dfrac{d^2\varpi}{dh^2} - h\dfrac{d\varpi}{dh}, \\ x = \dfrac{d\varpi}{dh}\cos\alpha - \dfrac{d\varpi}{d\alpha}\dfrac{\sin\alpha}{h}, \quad y = \dfrac{d\varpi}{dh}\sin\alpha + \dfrac{d\varpi}{d\alpha}\dfrac{\cos\alpha}{h}. \end{array}\right. \tag{8}$$

» Lorsqu'on aura obtenu, par l'intégration de la première (8), ϖ en α et h, la seconde et la troisième (8) donneront les valeurs cherchées de x et de y.

» Les intégrales simples de la première (8) sont de l'une des formes

$$(9)\quad \begin{cases} \varpi = \left(A e^{\alpha \frac{k^2+1}{2k}\sqrt{n^2-1}} + B e^{-\alpha\frac{k^2+1}{2k}\sqrt{n^2-1}}\right)\left[C h^{\frac{k^2+1}{2k^2}(1+n)} + D h^{\frac{k^2+1}{2k^2}(1-n)}\right], \\ \varpi = M h^{\frac{k^2+1}{2k^2}} \begin{matrix}\text{sinus}\\ \text{ou cosinus}\end{matrix}\left[\alpha\sqrt{\left(\frac{k^2+1}{2k}\right)^2 + k^2 m^2}\right] \begin{matrix}\text{sinus}\\ \text{ou cosinus}\end{matrix}(m \log h), \end{cases}$$

où A, B, C, D, n, M, m représentent des constantes quelconques. En superposant, comme je l'ai fait dans l'article cité du 29 janvier 1872, une double infinité de celles de ces intégrales simples qui sont périodiques, on aura l'intégrale générale que comporte la question, c'est-à-dire une intégrale contenant explicitement deux fonctions arbitraires, dont on pourra disposer de manière à donner, pour $\alpha = 0$, des valeurs quelconques, en fonction de h, à ϖ et à $\frac{d\varpi}{d\alpha}$, ou encore à x et à y.

» J'ai reconnu l'intégrabilité de l'équation (7) et même de la suivante, qui est plus générale,

$$(10)\quad \begin{cases} (k^2x^2 - y^2)r + 2(k^2+1)xys \\ \qquad + (k^2y^2 - x^2)t + (ax+by)p + (ay-bx)q + cz = 0 \end{cases}$$

(où x, y désignent les deux variables indépendantes, z la fonction inconnue, p, q, r, s, t ses dérivées des deux premiers ordres, k, a, b, c des constantes quelconques), en me servant de la transformation de Laplace, que j'ai exposée dans une Note du 11 mars 1872 (*Comptes rendus*, t. LXXIV, p. 730), sans savoir qu'elle était connue depuis longtemps. Cette transformation a pour résultat de faire évanouir de l'équation linéaire du second ordre, aux dérivées partielles et à deux variables indépendantes, les deux termes affectés des dérivées r, t, de manière à la réduire (quand elle est sans second membre) à la forme simple

$$(11)\qquad s + Pp + Qq + Lz = 0.$$

On ne l'avait appliquée jusqu'à présent qu'à la recherche des intégrales *sous forme finie* que ces équations admettent dans certains cas; mais elle est susceptible d'un autre emploi, plus important en Physique mathématique, et dont j'ai donné deux exemples dans la Note du 11 mars 1872 : *elle est propre à transformer, toutes les fois que c'est possible, une équation linéaire à coefficients variables en une autre à coefficients constants, et par conséquent intégrable en série d'exponentielles réelles ou imaginaires*. En effet, si l'équation proposée peut être changée en une autre à coefficients con-

stants, la transformation de Laplace, convenablement appliquée à celle-ci, laissera constants ses coefficients, comme on le reconnaît aisément, et il est d'ailleurs facile de montrer que cette transformée inconnue ne pourra différer de celle (11), déduite directement de l'équation proposée, qu'en ce que les variables x, y, qui paraissent dans l'équation (11), y seront remplacées par deux autres X, Y, dépendant seulement, la première de x, la seconde de y. En effectuant ce changement de variables, l'équation (11), divisée par X'Y', devient

$$(12) \qquad \frac{d^2 z}{dX\,dY} + \frac{P}{Y'}\frac{dz}{dX} + \frac{Q}{X'}\frac{dz}{dY} + \frac{L}{X'Y'}z = 0;$$

pour qu'elle ait ses coefficients constants ou que la transformation désirée soit réalisable, il faut et il suffit : 1° que P ne dépende pas de x; 2° que Q ne dépende pas de y; 3° que L soit le produit de PQ par une constante. Si ces conditions se trouvent vérifiées, on prendra les variables X, Y telles, que les rapports respectifs des dérivées X', Y' à Q, P soient constants, et la transformée (12) sera intégrable en série double d'exponentielles. Dans l'exemple (10), cette transformée s'obtient en choisissant pour variables indépendantes les deux expressions

$$u = \log\sqrt{x^2+y^2} - k \operatorname{arc\,tang}\frac{y}{x}, \quad v = \log\sqrt{x^2+y^2} + k \operatorname{arc\,tang}\frac{y}{x}.$$

Elle est simplement

$$\frac{d^2 z}{du\,dv} + \frac{(a+kb)-(k^2+1)}{4k^2}\frac{dz}{du} + \frac{(a-kb)-(k^2+1)}{4k^2}\frac{dz}{dv} + \frac{c}{4k^2}z = 0. \text{ »}$$

ÉLASTICITÉ. — *Sur le mouvement d'un fil élastique dont une extrémité est animée d'un mouvement vibratoire* (2e Note); par M. E. MERCADIER.

« On a donné, dans une première Note (*Comptes rendus*, page 639 de ce volume), les principales lois de ce mouvement quand les vibrations du fil sont planes ou *normales*. En voici une nouvelle dans laquelle entrent le coefficient d'élasticité q et la densité ρ du fil. En cherchant les relations entre les distances nodales normales D' de fils différents, *rapportées à un même diamètre*, et les diverses puissances du quotient $\frac{q}{\rho}$, on forme, pour les racines quatrièmes de ce quotient, le tableau suivant :

	q	ρ	$\sqrt[4]{\frac{q}{\rho}}$	D′
				mm
Fer.............	20794	7,8	7,18	47,8
Cuivre (*)........	12418	8,8	6,12	42,0
Platine...........	14810	21,1	5,14	37,0
Aluminium.......	6684	2,6	7,12	47,3

Si l'on construit la courbe dont les abscisses sont les D′ et dont les $\sqrt[4]{\frac{q}{\rho}}$ sont les ordonnées, on trouve une ligne droite. Donc :

» 8. *Pour des fils différents de même section, les distances nodales normales sont proportionnelles aux racines quatrièmes des quotients des coefficients d'élasticité par les densités.*

» En réunissant dans une seule formule les lois indiquées jusqu'à présent, en appelant D et D′ les distances nodales normales de deux fils quelconques de densités ρ et ρ', de coefficients d'élasticité q et q', de diamètres δ et δ', fixés à des diapasons ou autres corps vibrants faisant n et n' vibrations par seconde, on a la relation générale

$$\frac{D}{D'} = \sqrt{\frac{\delta n'}{\delta' n}} \sqrt[4]{\frac{q\rho'}{q'\rho}}.$$

» III. *État vibratoire anormal.* — Supposons un fil fixé à un électro-diapason animé par une pile constante, de façon que son amplitude se maintienne également constante; supposons la longueur de ce fil telle, qu'il vibre dans un plan, se trouvant ainsi dans ce que j'ai appelé un *état vibratoire normal*. Avec une pince coupante, raccourcissons le fil de millimètre en millimètre par exemple; on observe alors les faits suivants :

» D'abord le fil continue à vibrer régulièrement; l'amplitude de son extrémité libre varie, mais celle du diapason reste constante.

» A partir d'une certaine longueur, les vibrations du fil commencent à devenir curvilignes; leur amplitude augmente, celle du diapason commence à diminuer. En continuant à raccourcir le fil, la forme des vibrations du fil s'accentue, surtout s'il a un faible diamètre de $0^{mm},1$ à $0^{mm},5$ par exemple; on observe alors des formes qui rappellent celles qu'on ob-

(*) Les coefficients d'élasticité du cuivre, du platine, de l'aluminium sont tirés d'un travail encore inachevé, dans le cours duquel nous avons dû, M. Cornu et moi, déterminer avec beaucoup de précision les allongements de fils métalliques soumis à une traction déterminée, en évitant tout allongement permanent pendant les expériences. Le coefficient du fer est celui qui a été donné par Wertheim.

tient dans la composition de mouvements vibratoires à l'aide des diapasons à miroirs de M. Lissajous, et l'effet général se complique souvent de mouvements tournants. En même temps, l'amplitude de ces vibrations curvilignes augmente; celle du diapason diminue graduellement.

» On arrive à une longueur telle, que cette dernière amplitude est *nulle;* à ce moment, il est impossible de faire vibrer le diapason. Appelons *longueur* et *point d'extinction* cette longueur du fil et son extrémité.

» En continuant le raccourcissement du fil, les mêmes phénomènes se reproduisent en sens inverse, l'amplitude du diapason augmentant peu à peu.

» A partir d'une certaine longueur, les vibrations du fil redeviennent planes, l'amplitude du diapason reprend sa valeur normale. La *série* des vibrations curvilignes ou *anormales* du fil est terminée; on entre dans une série de vibrations planes ou normales, dans laquelle l'amplitude du bout libre du fil, d'abord décroissante, devient minimum, puis croît de nouveau, pendant que l'amplitude du diapason reste constante; puis recommence une série de vibrations curvilignes ou anormales accompagnée d'une variation de l'amplitude du diapason,...; et ainsi de suite jusqu'à ce que le dernier nœud du fil ait disparu.

» J'ai observé ces phénomènes continus sur des fils dont la longueur initiale allait jusqu'à 50 et 60 centimètres, en les raccourcissant de millimètre en millimètre, mesurant chaque fois l'amplitude de l'extrémité du fil et celle du diapason. J'ai pu construire ainsi deux courbes dont les abscisses sont les longueurs du fil, les ordonnées de l'une étant les amplitudes de l'extrémité libre du fil, et les ordonnées de l'autre les amplitudes du diapason.

» On obtient de cette manière :

» 1° Pour la courbe des amplitudes du fil, une série de branches, de forme parabolique, convexes vers l'axe des x, discontinues, parce qu'il n'est pas possible de mesurer l'amplitude maximum des vibrations curvilignes aux environs des *points d'extinction;* chaque branche présente une ordonnée minimum précisément égale à l'amplitude normale du diapason;

» 2° Pour la courbe des amplitudes du diapason, une série de branches, convexes aussi, tangentes à l'axe des x aux points d'extinction et raccordées entre elles par des droites parallèles à cet axe et tangentes aux branches de la courbe précédente.

» Les mesures effectuées sur ces courbes conduisent à formuler les lois suivantes :

» 9. *Les longueurs du fil pour lesquelles l'amplitude du bout libre est minimum et égale à celle du diapason sont, à partir de la plus courte, en progression arithmétique dont la raison est précisément la distance nodale normale du fil.*

» 10. *Les longueurs du fil correspondant aux points d'extinction complète du diapason sont aussi, à partir de la plus courte, en progression arithmétique dont la raison est la distance nodale normale.*

» 11. *Chacun des points correspondant aux amplitudes minimum du fil est à très-peu près à égale distance de deux points d'extinction du diapason entre lesquels il est compris.*

» La réserve contenue dans cet énoncé tient à la difficulté de déterminer avec précision la longueur du fil par laquelle l'amplitude du bout libre est minimum.

» Les résultats ainsi obtenus donnent la solution d'une question pratique, qui a été, du reste, le point de départ de ces recherches, à savoir : un style étant fixé à un corps vibrant, un diapason, par exemple, pour en enregistrer les vibrations, quelle est la longueur qu'il faut lui donner pour obtenir à son extrémité, sans altérer la période vibratoire du diapason, la plus grande amplitude possible ? Aujourd'hui, dans toutes les recherches expérimentales, on cherche avec raison à enregistrer automatiquement, toutes les fois que cela est possible, les phénomènes qu'on observe ; cette question a donc de l'importance.

» En ce qui concerne particulièrement les mouvements vibratoires, la première des lois indiquées dans ce travail montre qu'il n'y a pas à craindre, en employant un style élastique, d'altérer la période vibratoire. Quant à la longueur la plus favorable de ce style, l'examen des courbes dont on vient de parler montre qu'il faut rester en deçà des longueurs correspondant aux vibrations anormales, qui ne peuvent être régulièrement enregistrées ; mais depuis cette limite jusqu'à la longueur qui donne l'amplitude même du diapason, on peut choisir une solution, et l'on en a immédiatement une infinité en progression arithmétique, du moins *théoriquement*; car, en pratique, il faut s'en tenir aux longueurs les plus petites, afin que le style ait une rigidité suffisante pour un enregistrement convenable.

» L'existence des points d'extinction du diapason constitue un fait remarquable. En le généralisant, on est conduit à dire que, un corps étant animé d'un mouvement vibratoire d'une période déterminée, il est toujours possible d'éteindre complétement ses vibrations, en lui attachant un fil élastique d'une longueur convenable, et susceptible de vibrer transversalement dans un plan parallèle à celui des vibrations des points du corps.

» Ce cas particulier du mouvement complexe, qui a fait le sujet de ces recherches, paraît se prêter à des applications pratiques.

» Il resterait maintenant à en déterminer clairement la cause; à indiquer nettement les relations qui existent entre le mouvement général du corps vibrant et du fil et le mouvement propre du fil vibrant seul à la manière d'une tige élastique encastrée à une extrémité et libre à l'autre; enfin à rendre un compte satisfaisant des formes curvilignes variées que prend le fil pendant les séries vibratoires anormales. J'ai commencé, sur ces divers points, des expériences dont j'espère pouvoir donner prochainement les résultats. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur la proportion d'acide carbonique existant dans l'air atmosphérique. Variation de cette proportion avec l'altitude.* Note de **M. P. Truchot.**

« La détermination des quantités d'acide carbonique, d'ammoniaque et d'acide nitrique que renferment l'air atmosphérique, l'eau de pluie ou la neige offre un grand intérêt pour l'agronomie, et je demanderai à l'Académie la permission de lui soumettre la première partie d'un travail que j'ai entrepris sur ce sujet, celle qui est relative à la proportion d'acide carbonique contenue dans l'air atmosphérique.

» Le dosage a été effectué par une méthode qui consiste à faire passer de l'air dans de l'eau de baryte préalablement titrée, à laisser ensuite déposer le carbonate formé, puis à titrer de nouveau la liqueur limpide surnageante, dont on sépare une quantité connue avec une pipette.

» Un appareil de Woolf est formé de quatre tubes fermés par un bout, de 10 centimètres de haut et de 2 centimètres de diamètre, reliés comme de coutume par des tubes de verre. Chacun de ces tubes reçoit 10 centimètres cubes d'eau de baryte, titrée au moyen d'une liqueur contenant $4^{gr},9$ d'acide sulfurique par litre. Après avoir constaté que cette eau de baryte est bien limpide, ce qu'on obtient sans difficulté, on y fait passer lentement, au moyen d'un aspirateur ordinaire, de 10 à 20 litres d'air. Ordinairement, 10 litres suffisent, à cause de la grande sensibilité de la méthode résultant de l'emploi des liqueurs titrées : en effet, une goutte de la solution sulfurique, qui suffit amplement à rougir la teinture de tournesol et qui forme le tiers d'une division d'une burette divisée en dixièmes de centimètre cube, correspond à environ $0^{mg},07$ d'acide carbonique.

» Dans toutes les expériences, le liquide du quatrième tube, celui qui

est le plus rapproché de l'aspirateur, est toujours resté limpide; c'est un tube témoin; le troisième ne présentait souvent qu'un très-léger louche. Le passage de l'air terminé, on laisse déposer le carbonate de baryte et l'on prélève successivement, au moyen d'une pipette graduée, 5 centimètres cubes dans chacun des trois premiers tubes. Ces 15 centimètres cubes, réunis dans un verre, sont additionnés de quelques gouttes de tournesol très-sensible et saturés par la liqueur titrée d'acide sulfurique. Un simple calcul donne la proportion d'acide carbonique fixée. L'observation du thermomètre et du baromètre permet de ramener le volume de l'air à zéro et à 760 millimètres.

» Des observations presque journalières ont été faites à Clermont-Ferrand, pendant les mois de juillet et d'août, soit sur une terrasse élevée d'une maison qui touche à l'entrée de la Limagne, soit dans la campagne, à quelques kilomètres de la ville.

» Voici les moyennes des résultats obtenus dans diverses circonstances :

				Poids de l'acide carbonique par litre.	Volume pour 10000 vol. d'air.
				mg	
Sur la terrasse		pendant le jour		0,701	3,53
Sur la terrasse		pendant la nuit		0,801	4,03
A la campagne	loin de toute végétation	pendant le jour		0,624	3,14
A la campagne	loin de toute végétation	pendant la nuit		0,753	3,78
A la campagne	sous l'influence de la végétation	pendant le jour	au soleil	0,703	3,54
A la campagne	sous l'influence de la végétation	pendant le jour	temps couvert	0,825	4,15
A la campagne	sous l'influence de la végétation	pendant la nuit		1,290	6,49

» Ces chiffres montrent : 1° que la proportion d'acide carbonique est un peu plus forte pendant la nuit que pendant le jour; c'est ce qui a été constaté déjà, notamment par Théodore de Saussure, qui a trouvé, sur 10000 volumes d'air, 4 volumes pendant le jour et $4^{vol},3$ pendant la nuit, et par M. Boussingault, qui a obtenu $3^{vol},9$ pendant le jour et $4^{vol},2$ pendant la nuit (1).

» 2° Que la proportion d'acide carbonique n'est pas sensiblement plus élevée à la ville qu'à la campagne, hors de l'influence directe de la végétation; toutefois il faut remarquer que la terrasse sur laquelle les observations ont été faites se trouve à une extrémité de la ville, et dès lors l'air analysé était peu influencé par son voisinage; mais on sait aussi que

(1) Boussingault, *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. X, p. 456.

M. Boussingault a constaté (1) que l'air atmosphérique ne contenait pas sensiblement plus d'acide carbonique qu'à la campagne.

» 3° Que, dans le voisinage des plantes à feuilles vertes en pleine végétation, la proportion d'acide carbonique varie notablement, suivant que ces parties vertes sont éclairées par le soleil, ou à l'ombre, ou qu'elles sont tout à fait dans l'obscurité, ce qui correspond à un fait bien connu de physiologie végétale.

» 4° Qu'une moyenne générale serait représentée de la manière suivante :

Poids de l'acide carbonique par litre d'air...........	$0^{mg},814$
Volume pour 10 000 d'air.......................	$4^{mg},09$

Ces chiffres se rapprochent beaucoup de ceux que Th. de Saussure ($4^{vol},15$), Thenard ($4^{vol},0$), Verver ($4^{vol},2$), M. Boussingault ($4^{vol},0$) ont obtenus, mais sont notablement supérieurs à ceux que des savants allemands, M. F. Schulze ($2^{vol},9$) et M. Henneberg ($3^{vol},2$) ont trouvés dernièrement à Rostock et à la station de Weende (2).

» Tous ces résultats se rapportent à l'air atmosphérique pris à la surface du sol, là où la végétation, les fermentations, les combustions produisent ou décomposent tour à tour l'acide carbonique; mais il était intéressant de savoir si la proportion de ce gaz dans l'air ne varierait pas avec l'altitude. Le voisinage du Puy-de-Dôme, célèbre par l'expérience mémorable de Pascal et qui va le devenir plus encore par la construction d'un Observatoire météorologique, sous la direction du savant professeur de la Faculté des Sciences de Clermont, M. Alluard, a donné l'idée de cette recherche. J'ai donc dosé l'acide carbonique à peu près simultanément à Clermont-Ferrand, à une hauteur de 395 mètres au-dessus du niveau de la mer, au sommet du Puy-de-Dôme, élevé de 1446 mètres, et au sommet du pic Sancy, qui mesure 1884 mètres.

» Le tableau suivant résume les résultats obtenus.

Dates.	Stations.	Altitude.	Température.	Hauteur barométr.	Poids d'acide carbon. par litre à 0° et à 760mm.	Volume pour 10 000 d'air à 0° et à 760mm.
26-28-30 août 1873.	Clermont-Ferrand.	395m	25°	725mm	0mg,623	3,13
27 août...	Sommet du Puy-de-Dôme.....	1446	21	638	0,405	2,03
29 août...	Sommet du pic de Sancy....	1884	6	578	0,342	1,72

(1) BOUSSINGAULT, *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. X, p. 456.

(2) GRANDEAU, *Journal d'Agriculture pratique*, t. II, p. 10; 1873.

» La proportion d'acide carbonique diminue assez rapidement, comme on le voit, à mesure qu'on s'élève dans l'atmosphère, et ce résultat n'a rien d'étonnant lorsque l'on considère, d'une part, que c'est à la surface du sol que se produit l'acide carbonique et, de l'autre, qu'il est notablement plus lourd que l'air. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Note sur la coralline;* par M. **Commaille.** (Extrait.)

« *Conclusions.* — 1° On obtient la coralline à des températures qui peuvent varier de 115 à 150 degrés; mais, dans ce dernier cas, le rendement est plus considérable et l'opération est plus rapide.

» 2° La quantité d'acide oxalique indiquée par les auteurs est beaucoup trop élevée.

» 3° La coralline ne donne pas de sels métalliques définis, mais seulement des *laques* colorées.

» 4° La coralline jaune n'est pas un acide, car elle ne chasse pas l'acide carbonique de ses combinaisons et ne donne pas avec les bases des composés définis. Le nom d'*acide rosolique* qu'on lui applique est tout à fait impropre.

» 5° La coralline rouge, ne contenant pas d'azote, n'est pas une amide de la jaune. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Observation, dans la nuit du 20 septembre 1873, d'un bolide laissant après lui une traînée phosphorescente.* Note de M. **Chapelas.**

« Pendant la nuit du 20 septembre courant, à $10^h 57^m$, nous avons été témoins du passage d'un bolide des plus curieux, par les particularités qu'il présentait dans le parcours de sa trajectoire, et dont il nous a été possible de relever exactement la position.

» Parti de l'étoile o de la Baleine, passant entre les deux étoiles μ et λ de cette constellation, puis près de δ du Bélier, il venait s'éteindre entre la Mouche et les Pléiades, parcourant ainsi 35 degrés de course, du sud-sud-est au nord-nord-ouest.

» Ce bolide, d'un diamètre apparent assez considérable, était d'une belle couleur rouge, coloration produite peut-être par l'interposition des vapeurs alors fort épaisses; au moment où il se fragmentait, il était d'un blanc éblouissant.

» La traînée phosphorescente et large qu'il laissait derrière lui, observée

à l'aide d'une petite lunette, présentait une ondulation très-remarquable. Elle subsista environ dix minutes après la disparition complète du météore, en suivant identiquement la même direction; puis, devenant de plus en plus compacte et brillante, elle prit tout à coup la direction du nord-ouest au sud-est, c'est-à-dire la direction du vent de terre, et vint s'éteindre près de la tête de la Baleine, après avoir parcouru 20 degrés. Il est bien évident que la matière ayant donné naissance à cette traînée, poussée par un courant plus ou moins incliné, avait été amenée dans une région de l'atmosphère assez voisine de nous, de manière à lui faire subir l'influence du vent que nous ressentions à terre et qui existait aussi dans la région des nuages.

» Je dirai, en terminant, que, lorsque nous finissions notre observation, un épais brouillard couvrait Paris; l'humidité était tellement grande, que le registre sur lequel l'un de nous est chargé d'inscrire les étoiles filantes que l'on signale était mouillé comme s'il avait été trempé dans l'eau : il n'était plus possible d'y tracer le moindre caractère. »

M. **Durand** (de Gros) adresse, de Rodez, une réclamation de priorité concernant la découverte du glacier d'Aubrac.

M. G. Fabre a annoncé à l'Académie (1) l'existence, durant la période quaternaire, d'un grand glacier dans les montagnes de l'Aubrac (Lozère); M. Durand (de Gros) fait remarquer qu'il a lui-même fait cette découverte, il y a plusieurs années, et qu'il l'a fait connaître à la Société d'Anthropologie, dans la séance du 18 mai 1869 (2).

M. **Caillard** adresse, de Provins, une Note relative à l'influence exercée par la présence des acides ou des alcalis sur le développement des organismes végétaux ou animaux.

La séance est levée à 4 heures. **D.**

---

(1) *Comptes rendus,* séance du 18 août 1873, p. 495 de ce volume.

(2) *Bulletin de la Société d'Anthropologie,* 1869, p. 211 et Note.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 8 septembre 1873, les ouvrages dont les titres suivent :

Théorie des moteurs, applications et travaux exécutés pour l'alimentation du canal de l'Aisne à la Marne par des machines; par M. H. GÉRARDIN. Paris, Gauthier-Villars, 1872; 1 vol. in-8°, avec atlas in-folio.

Traité de Botanique conforme à l'état présent de la Science; par J. SACHS, traduit de la 3e édition allemande et annoté par Ph. VAN TIEGHEM, fascicule III. Paris, F. Savy, 1873; 1 vol. in-8°.

Détermination du point critique où est limitée la convergence de la série de Taylor; par M. Max. MARIE. Paris, Gauthier-Villars, sans date; in-4°.

Extrait d'une Lettre adressée à M. Liouville; par M. Max. MARIE. Paris, Gauthier-Villars, sans date; in-4°.

C.-M. MATHEY. *Addition relative à l'application, à prix réduits, de la force du vent à la vapeur dans les usines et manufactures.* Plombières, sans date; 4 pages in-4° oblong.

Observatoire d'Alger. Ire Partie : *Panorama météorologique du climat d'Alger. Observations météorologiques.* 33 tableaux, 1 tableau graphique, janvier 1872. Alger, typ. Juillet Saint-Lager, 1873; 2 atlas in-folio.

Panorama météorologique du climat d'Alger. Observations faites à l'Observatoire d'Alger pendant le mois de janvier 1872, *par* M. BULARD, Directeur, et un Aide; carte en 6 feuilles.

Vierteljahrsschrift der astronomischen Gesellschaft; VIII Jahrgang, zweites Heft (April 1873). Leipzig, W. Engelmann, 1873; in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 29 SEPTEMBRE 1873,

PRÉSIDÉE PAR M. BERTRAND.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE ANIMALE. — *Note sur le tissu élastique jaune, et remarques sur son histoire, à propos du Mémoire de M.* Bouillaud *et des remarques faites sur ce travail par M.* Bouley; par M. E. Chevreul.

« Dans l'avant-dernière séance, je dis, assez haut pour être entendu de mes voisins, que l'élasticité des artères ne pouvait être mise en doute après l'opinion de Bichat, qui non-seulement l'avait parfaitement reconnue, mais l'avait encore attribuée à un *tissu particulier* appelé depuis *tissu élastique jaune;* c'est sous cette dénomination que je l'examinai, de 1811 à 1821, à l'invitation de M. de Blainville. En 1821, d'après le conseil de M. Berthollet, je présentai à l'Académie un Mémoire où les principaux tissus de l'économie animale étaient examinés relativement aux propriétés physiques qu'ils présentent, lorsqu'ils sont unis à une certaine proportion d'eau déterminée.

» L'Académie me permettra, aujourd'hui que le Mémoire de M. Bouillaud est imprimé, ainsi que l'observation que M. Bouley y a faite, de justifier ce que j'ai dit dans l'avant-dernière séance par des citations empruntées aux écrits de Bichat et de Blainville. Après ces citations, j'exposerai des recherches sur le tissu jaune élastique, qui, entreprises à l'invitation de Blainville, remontent à l'année 1811.

» La première citation est tirée du tome II de l'édition de l'*Anatomie générale* de Bichat, publiée en 1871 par Béclard, page 64.

« L'élasticité, obscure dans la plupart des autres tissus animaux qu'une » grande mollesse caractérise, est très-remarquable dans les artères; c'est » même ce qui les distingue spécialement des veines. Cette élasticité tient » leurs parois écartées, quoiqu'elles soient vides de sang. Ce sont les seuls » conduits, avec les cartilagineux, comme la trachée-artère, le couloir au- » ditif du fœtus, etc., lesquels sont également doués d'élasticité, qui se » tiennent ainsi ouverts d'eux-mêmes. Tous les autres ont leurs parois » appliquées les unes contre les autres lorsque le fluide qui les parcourt ne » distend point ces parois.

» C'est à l'élasticité des parois artérielles qu'il faut rapporter leur retour » subit sur elles-mêmes lorsqu'on les a affaissées de manière à oblitérer » leur cavité, le redressement d'un tube artériel que l'on a courbé, etc. »

» Qu'on me permette d'ajouter quelques lignes encore à la citation précédente.

» M. Bouley, après ma Communication (séance du 29 de septembre), a demandé la parole et a dit : « L'opinion *que M. Chevreul* PRÊTE *à M. Bichat* » *n'est pas vraie* (ou n'est pas *exacte*), et la preuve, a-t-il ajouté, en est dans » les passages suivants, que je vais lire. »

» J'ai encore ici commis la faute de dire, sans demander la parole à M. le Président, que j'avais *cité* textuellement Bichat, et que, dès lors, je ne lui avais pas *prêté une opinion;* et parce que, dans la citation de Bichat, qu'a lue M. Bouley, il est question de la locomotion des artères comme d'un fait qui serait contraire avec la citation que j'avais faite, j'ai demandé au Bureau d'ajouter à ma citation quelques lignes qui la suivent et que je n'avais pas cru devoir citer.

« Cette propriété, dit Bichat, joue aussi un rôle évident dans *l'espèce* » de *locomotion* que les artères éprouvent par l'abord du sang. En effet, » mettez à découvert un tronc artériel flexueux, dans un animal vivant, » . . . . »

» Je reprends maintenant mes remarques sur ce que M. Bouley a dit de Magendie.

» Après avoir entendu citer Magendie par M. Bouley comme partisan de l'opinion que les *artères sont douées de l'élasticité*, j'ai dit à mes voisins qu'il fallait citer de Blainville; car personne, à ma connaissance, n'a attribué plus d'importance que lui au *tissu élastique jaune des animaux*. Les passages suivants de la dix-septième leçon de son *Cours de Physiologie* en sont la preuve :

« *Tissu fibreux élastique.* — J'avais d'abord cru ne pas devoir séparer le » tissu fibreux élastique du tissu fibreux proprement dit; mais, en lisant » les derniers travaux qui ont été faits à ce sujet en France et en Alle» magne, j'ai pensé qu'il fallait distinguer ces deux tissus l'un de l'autre. » Le tissu jaune élastique avait été entrevu par Hunter; il avait cru y voir » une fibre ordinaire dont la disposition serait analogue à celle des cein» tures par lesquelles on remédie à l'obésité. Bichat ne l'a pas traité d'une » manière générale; il ne l'a indiqué que dans les artères, et il a cru qu'il » leur appartenait en propre. Je crois avoir été le premier qui, dès 1808, » dans un Cours spécial d'anatomie de l'homme, ait démontré les ca» ractères de ce tissu et sa présence dans le ligament cervical des quadru» pèdes, à la base de la plume des oiseaux, etc. Depuis, d'autres personnes » ont adopté mes idées et les ont introduites dans la Science, tels que » MM. Dupuytren, Béclard, etc. M. Laurent, M. Herman Stauff ont donné » des dissertations spéciales sur ce sujet; l'importance de ce tissu est sur» tout relative à la locomotion : ainsi il a pour but de rétablir les choses » dans l'état où elles étaient avant l'effort quelconque qui les a déplacées. » C'est de la sorte que les tuyaux que parcourt le sang se distendent suc» cessivement et reviennent sur eux-mêmes. Lorsqu'un animal a une tête » très-lourde, qu'il est obligé de baisser pour prendre sa nourriture, la » nature a placé à la partie supérieure de son col un ligament énorme, » extrêmement élastique, destiné à diminuer l'effort que les muscles sont » obligés de faire pour soutenir cette tête. L'éléphant, par exemple, qui a » une tête très-forte et d'énormes défenses, présente un ligament de cette » sorte extrêmement prononcé. Tous les animaux qui ont des cornes à la » tête ont également ce ligament très-développé. Les tigres, les chats, qui » doivent conserver leurs ongles pour déchirer leur proie, ont un ligament » analogue chargé de relever l'ongle pour l'empêcher de s'user contre le sol. » Les plumes de l'aile des oiseaux, qui, pendant le vol, sont élargies, » étendues, ont à leur base des ligaments élastiques qui les reploient dans » les moments de repos. Chez l'éléphant, le bœuf, le dromadaire et » d'autres gros animaux, le centre du diaphragme présente une disposi» tion élastique; certains muscles des osselets de l'ouïe ne sont autre » chose que du tissu élastique; partout enfin où la nature a pu éviter un » effort musculaire, elle l'a fait à l'aide de cette élasticité. »

» Je m'abstiens de citer un alinéa relatif aux *caractères chimiques*, p. 140 et 141, où de Blainville cite mes *travaux* sur le tissu élastique jaune, et l'*opinion* de M. H. Stauff, qui est une preuve frappante des inconvénients pour

la science sérieuse de mots mal définis; et c'est encore la raison qui me fait insister sur ce point de l'histoire des travaux sur le *tissu jaune élastique*, tissu qui m'a tant occupé depuis 1811 jusqu'en 1821. »

CHIMIE ANIMALE. — *Recherches de M.* CHEVREUL *sur le tissu élastique jaune de l'éléphant et du bœuf.*

« J'ai publié, en 1821, mes résultats d'expériences sur la proportion de l'eau dans le tissu élastique jaune du ligament cervical du bœuf et du ligament cervical de l'éléphant.

» J'ai montré que l'eau seule donne de l'élasticité à ces tissus; qu'ils absorbent à l'état sec de l'huile d'olive, sans reprendre l'élasticité qu'ils avaient à l'état frais; il y a plus, l'eau expulse l'huile qu'ils ont absorbée.

» Mais je ne pense pas avoir publié que 1 gramme de tissu élastique, soumis à deux reprises à l'action de l'eau de 119 à 120 degrés, dans mon digesteur distillatoire, a perdu $0^{gr},219$ de son poids. C'était du tissu cellulaire dont la gélatine qui en provenait n'avait pas été suffisamment séchée, car elle pesait $0^{gr},265$, et je sais, par ma propre expérience, que le tissu cellulaire séché dans le vide donne, par l'eau bouillante, un poids de gélatine, séchée de même, égal au sien. Mais, fait remarquable, le *tissu jaune* avait conservé son élasticité, ce qui ne permet pas de le confondre avec le tissu cellulaire, le tissu satiné des tendons, ni avec tout autre.

» En cela il diffère encore du tissu musculaire qui, pris à l'état de pureté et plongé dans l'eau distillée bouillante, se durcit plutôt qu'il ne s'attendrit, et sous ce rapport se rapproche de l'albumine.

» Je constatai, en outre, que le tissu jaune ne se change point en *adipocire*, comme Fourcroy l'avait prétendu; car, après avoir reconnu la proportion de matière grasse qu'il cédait à l'alcool et à l'éther, celle que l'acide azotique à 34 degrés étendu de son poids d'eau en séparait, je suivis, du 5 d'avril 1817 au 1er de juin 1821, la décomposition qu'il éprouve spontanément dans l'eau distillée d'une part et dans l'eau de puits d'une autre part. La quantité d'acides gras formés d'acides stéarique, margarique et oléique que j'en retirai correspondait à la quantité de *matière grasse* neutre extraite par l'alcool, l'éther et l'*acide azotique*.

» Je constatai, en outre, qu'il s'était séparé dans la fermentation opérée dans l'eau de puits du soufre, et que du gaz sulfuré noircissant les métaux blancs s'était produit. Rien de semblable n'avait eu lieu dans l'eau distillée. Ces observations, relativement aux débris organiques qui sortent des usines

où l'on traite des matières animales et même des matières végétales, prouvent combien il est nécessaire de prendre en considération la nature des eaux où les débris dont nous parlons peuvent être jetés. Ainsi la fermentation des tendons dans de l'eau dépourvue de sulfates ne donne pas de produit sulfuré, mais seulement l'odeur des acides volatils des cadavres; tandis que, dans des eaux tenant une quantité notable de ces sels, il se dégage des gaz qui noircissent les métaux blancs et, entre autres produits volatils, un de ceux qui contribuent à donner à la *gadoue* l'odeur qu'on lui connaît. Je reconnus qu'au commencement de la fermentation il se dégage des gaz. Le tissu jaune élastique d'éléphant me donna :

Acide carbonique	1,54
Oxygène	3,78
Hydrogène	28,41
Azote	66,27
	100,00

Les tendons d'éléphant, dans les mêmes circonstances, ont donné plus d'acide carbonique, pas d'hydrogène et presque pas d'azote.

» Le *tissu élastique jaune*, au point de vue des propriétés chimiques que je lui ai reconnues dans mes recherches de 1811 à 1821, en l'étudiant comparativement avec les autres tissus de l'économie animale, est un des principes immédiats les mieux caractérisés par son élasticité, qui le distingue si éminemment de tous les autres, et qu'il ne perd pas en le chauffant au milieu de l'eau à une température de 119 à 120 degrés, tandis que le tissu cellulaire, les tendons, le cartilage des os (*osséine*) se transforment en gélatine dans l'eau bouillante.

» Non-seulement la propriété élastique le distingue des tissus nombreux de l'économie animale qui se changent en gélatine, mais il diffère encore des tendons par la nature des gaz qu'il donne en se décomposant spontanément dans l'eau; et, sous ce rapport, je ne conçois pas la raison pour laquelle de Blainville, qui a si bien apprécié l'importance de son rôle dans l'économie animale, a éprouvé quelque hésitation à le séparer du *tissu fibreux* proprement dit, et je ne conçois pas l'importance qu'il a accordée aux opinions chimiques de M. H. Stauff relativement à la nature du tissu jaune.

» J'ai attaché et j'attache encore tant d'importance au tissu élastique jaune, parce qu'il est du nombre des principes immédiats que l'on peut séparer d'autres tissus sans que ses propriétés paraissent modifiées; il appartient donc à la catégorie de ceux qui démontrent la possibilité d'isoler des prin-

cipes immédiats des êtres vivants sans les altérer. Or le principe fondamental de l'*analyse immédiate organique* que j'ai énoncé dans le premier volume des *Éléments de Botanique* de Mirbel est que, après avoir fait une analyse organique immédiate, on doit chercher si les principes séparés représentent les propriétés principales que la matière présentait avant l'analyse.

» L'examen des produits de l'altération du tissu jaune au sein de l'eau, fait comparativement avec les produits de l'altération des tendons, etc., a un véritable intérêt au point de vue de l'hygiène, eu égard à l'infection des eaux et du sol par les débris organiques qu'ils reçoivent des usines ou de toute autre cause.

» Enfin le tissu élastique jaune, ainsi que le tissu des tendons, la peau, etc., m'ont servi à démontrer, contrairement à l'opinion de Fourcroy, que ces matières ne se changent point en *gras*, c'est-à-dire en *adipocire*, dans le sein des eaux, et en outre que l'alcool et l'éther ne convertissent pas ces tissus en matière grasse lorsqu'on les soumet à l'action de ces liquides; leur action se borne à dissoudre des matières grasses qui s'y trouvent naturellement. »

PATHOLOGIE. — *Nouvelles recherches sur l'analyse et la théorie du pouls, à l'état normal et anormal* (suite); par M. **Bouillaud**. (Extrait.)

« C'est du pouls à l'état anormal que nous traiterons dans cette seconde Communication (1).

I. — *Lésions relatives au nombre des battements artériels.*

» Nous avons dit, dans notre première Communication, quels étaient à l'état normal, chez les jeunes gens et les adultes, les chiffres du pouls par minute. Voici ceux qui représentent l'augmentation ou la diminution de sa vitesse à l'état anormal.

» Il peut s'élever à 100, 120, 140 et même 160; il dépasse même quelquefois ce chiffre; mais, dans ces cas exceptionnels, il est impossible de le compter avec une exactitude suffisante.

» Il peut descendre au-dessous de 60, de 50 et même de 40. J'ai vu, dans le cours de l'année 1871, chez un enfant de six à sept ans (âge au-

(1) De même que nous nous sommes abstenu d'étudier des phénomènes que l'exploration des artères, à l'état normal, fournit sur certains caractères du sang qui les parcourt, ainsi ferons-nous, en nous occupant aujourd'hui de l'exploration de ces vaisseaux, à l'état anormal.

quel le pouls normal bat 80 au moins par minute), le pouls tombé à 32 (1).

» Si nous appliquons ce que nous avons dit des chiffres qui représentent la vitesse du pouls normal et anormal à l'ensemble des deux mouvements et des deux repos dont se composent chaque révolution, chaque pas de la *marche* réglée des artères, et que, sous le rapport dont il s'agit, nous la comparions à la marche proprement dite, nous voyons qu'elle a, comme celle-ci, plusieurs allures : son pas *ordinaire* et son pas *accéléré* ou ralenti, enfin, si on peut le dire, son *trot* et son *galop*.

» Quelle est maintenant la cause, quelle est la raison, quelle est la *théorie* du mode de lésion des battements des artères que nous venons d'examiner? Et d'abord, dans quel cas le rencontre-t-on?

» Les cas dans lesquels on le rencontre ne peuvent être que des maladies des artères elles-mêmes, ou du système nerveux qui préside à leurs battements. Comment, en effet, ceux-ci pourraient-ils être lésés, d'une manière quelconque, sans que leurs instruments, leurs organes le fussent eux-mêmes? Et comme le cœur est l'agent nécessaire, essentiel de l'un de ces battements, il doit nécessairement aussi participer alors à la lésion des artères. Les maladies spéciales des artères et du cœur, dans lesquelles on rencontre une accélération ou un ralentissement de leurs battements, jouent un grand rôle dans la Pathologie. Parmi celles qui appartiennent à l'espèce dans laquelle la vitesse des battements du cœur et des artères est augmentée, qu'il nous suffise de citer la grande famille connue sous le nom séculaire de *fièvres*, soit continues, soit intermittentes.

» Quelles que soient les maladies du cœur et des artères dans lesquelles se rencontre une augmentation ou une diminution de leurs battements, celles-ci ne sauraient avoir lieu sans une augmentation ou une diminution de la *force* qui régit ces battements. Or nous avons vu que cette force résidait dans le système nerveux ganglionnaire. C'est donc là, en dernière analyse, qu'il faut chercher la *cause*, soit directe ou *immédiate*, soit indirecte ou *médiate* du mode de lésion des battements des artères et du cœur, et auquel est consacré le présent article de ce travail. Mais, comme nous ne connaissons pas encore en elle-même la force nerveuse spéciale dont il

---

(1) Cet enfant, que je vis, en consultation avec M. le docteur Lemaire, avait été atteint d'une angine couenneuse, dans le cours de laquelle son pouls était monté au delà de 100 par minute. Il devint albuminurique dans les derniers temps, et il était plongé dans un assoupissement comateux au moment de notre examen. Le ralentissement provenait surtout, dans ce cas, de la longue durée du second repos de l'artère.

s'agit ici, il s'ensuit que nous ignorons aussi le mécanisme au moyen duquel se produit l'accélération ou le ralentissement des battements du cœur et des artères, soit par voie directe, soit par voie *réflexe* ou *réactionnelle*.

II. — *Lésions relatives à la force des battements artériels.*

» Ces lésions, comme celles relatives à la vitesse, ne comportent que deux espèces, savoir : le plus ou le moins, l'augmentation ou la diminution (1); mais cette augmentation ou cette diminution de la force des battements ou des pouls des artères peuvent porter, tantôt sur le pouls diastolique et systolique à la fois, tantôt sur l'un ou sur l'autre séparément.

» Puisque le premier, le pouls diastolique, est l'effet de la systole du cœur ventriculaire, il est évident qu'il faut rapporter son augmentation ou sa diminution aux lésions de cet organe, comme il faut rapporter aux lésions des artères l'augmentation ou la diminution de leur pouls propre, provenant de leur systole. Tous les sphygmologistes ont signalé l'augmentation ou la diminution de la force du pouls diastolique; mais ils ne pouvaient en faire autant du pouls *systolique*, du pouls propre de l'artère, dont ils ne connaissaient pas même l'existence.

» L'augmentation *durable*, *permanente* des pouls diastolique et systolique des artères se rencontre dans la double hypertrophie des ventricules du cœur et des artères. L'hypertrophie isolée des ventricules détermine l'augmentation de la force du pouls diastolique. L'hypertrophie isolée des artères produit l'augmentation de la force du pouls systolique.

» Lorsque les battements dont nous parlons ont acquis leur plus haut degré de développement, on leur donne généralement le nom de *palpitations* du cœur ou des artères.

» L'augmentation temporaire, *transitoire* du double pouls des artères, soit de l'un des deux seulement, a lieu sous l'influence des excitations, tantôt purement dynamiques ou *vitales*, comme le disent certains sphygmologistes, tantôt sous cette même influence associée à un état phlegmasique du cœur et des artères, lequel peut exister seul, ou bien coïncider avec les phlegmasies des divers organes intérieurs ou extérieurs, et spécialement avec celle connue sous le nom de *rhumatisme articulaire aigu*.

» La diminution permanente ou transitoire de la force des battements

---

(1) Ceux qui se plaisent aux dénominations venant du grec pourraient proposer celles-ci : *hypersphygmie* pour l'augmentation, et *hyposphygmie* pour la diminution.

artériels se rencontre dans les états morbides ou anormaux des ventricules du cœur et des artères, opposés à ceux que nous venons de désigner.

» Comme le phénomène prétendu *anormal* du pouls, désigné sous la dénomination de *dicrotisme des artères*, n'est autre chose, selon ce qui a été dit dans notre première Communication, qu'un renforcement, simple ou double, des battements artériels, nous pourrions le faire rentrer dans ce qui vient d'être dit de l'augmentation de la force de ces battements. Mais, en raison de l'importance exceptionnelle du sujet, nous avons cru devoir lui consacrer l'article particulier qui va suivre. Nous comprendrons dans cet article le pouls appelé *rebondissant* avec le pouls *dicrote*, le premier, selon Bordeu lui-même, étant identique au second.

III. — *Dicrotisme prétendu anormal du pouls (pouls dicrote, bisferiens, redoublé, rebondissant).*

» On a quelque raison de s'étonner que des auteurs, selon lesquels le dicrotisme du pouls des artères est un phénomène anormal, n'aient pas aussi décrit, en quelque sorte parallèlement, un dicrotisme anormal du cœur ventriculaire. En effet, dans leur doctrine, le pouls artériel n'étant autre chose que la diastole des artères produite par la systole du cœur ventriculaire, pour qu'il fût réellement *dicrote* ou redoublé, il aurait fallu nécessairement que cette systole le fût également. Or jamais aucun auteur n'a parlé d'un tel dicrotisme du cœur ventriculaire.

» Quoi qu'il en soit, il nous faut maintenant exposer les preuves cliniques de la nouvelle doctrine. Or ne serait-ce pas une preuve péremptoire de ce genre, si l'on montrait que, dans les cas dans lesquels on a reconnu le dicrotisme prétendu anormal des artères, ces vaisseaux sont affectés d'une maladie de nature à renforcer leur systole ou le pouls qui leur appartient en propre? Eh bien, tels sont précisément les cas d'après lesquels nous avions si longtemps nous-même, autant et peut-être plus que nul autre, signalé le *dicrotisme* dit *anormal* du pouls artériel, réputé alors unique ou *monocrote*. Ces cas, nous l'avons déjà dit dans notre précédente Communication, sont la fièvre continue, dite *typhoïde*, et l'hypertrophie généralisée des artères, bien étonnées de se trouver ainsi rapprochées et moins étonnées peut-être que nos auditeurs. Cet étonnement cessera, nous l'espérons, quand on aura reconnu, avec nous, que ces maladies, si différentes entre elles sous tant de rapports, contiennent néanmoins, chacune à leur manière, un élément propre à renforcer la systole des artères. Commençons par la fièvre continue, dite *typhoïde*.

» I. Après Sarcone et d'autres sans doute, nous avions déjà, en 1826, rencontré le pouls *dicrote* ou *bisferiens* chez certains individus atteints de cette fièvre; mais nous ne l'avions pas encore considéré comme en étant un signe constant, ainsi que nous le fîmes peu d'années après avoir été chargé d'un enseignement clinique. Depuis cette dernière époque, c'est-à-dire pendant près de quarante années de cet enseignement, nous n'avons cessé de le constater et de le faire constater aux élèves, sans avoir jamais pu trouver, nous l'avouons, l'explication de ce phénomène avant d'avoir reconnu que le pouls des artères était naturellement *dicrote* et non *monocrote*, comme on le croyait universellement.

» Depuis lors, certes, je ne suis plus étonné d'avoir rencontré constamment ce pouls dans la fièvre typhoïde. Mais ce dont je suis profondément surpris, ce qui me cause même une sorte de honte *clinique,* c'est de ne l'avoir pas rencontré aussi alors dans toutes les autres espèces ou formes de la fièvre continue ou intermittente, comme cela m'arriva plus tard, et comme il m'arriva plus tard encore de le rencontrer, à un moindre degré il est vrai, chez toutes les personnes bien portantes, sans m'en excepter; car, ce qui redouble ma surprise, c'est que je suis du nombre de ceux dont le pouls artériel systolique est très-prononcé.

» Qui, désormais, serait moins surpris, que je ne le suis moi-même, de ce que, d'abord, dans la fièvre dite *typhoïde*, type des fièvres continues *essentielles* des anciens auteurs, et ensuite dans toutes les autres fièvres essentielles ou primitives, comme aussi dans toutes les fièvres *secondaires,* et, en un mot, dans l'état fébrile, considéré d'une manière générale, on trouve le renforcement du *dicrotisme* normal du pouls artériel, puisque c'est un fait universellement connu et démontré que ce renforcement constitue un des signes *caractéristiques* du pouls *monocrote,* tel qu'on l'avait admis jusqu'ici? Au reste, qu'on en soit ou non surpris, le pouls des artères est naturellement ou normalement dicrote, et ce *dicrotisme* est renforcé ou plus fort dans l'état fébrile, comme le *monocrotisme* l'était, de l'aveu unanime de tous les médecins, lorsque l'on croyait que ce monocrotisme constituait l'état du pouls artériel.

» La cause de ce renforcement ou de cette augmentation de la force du pouls dans l'état fébrile se présente d'elle-même, puisque cet état a, pour l'un de ses éléments constituants, une excitation plus ou moins considérable du cœur et des artères, soit *idiopathique*, soit *sympathique* ou *réflexe*.

» II. Passons au dicrotisme prétendu anormal que nous avons dit appartenir à l'hypertrophie généralisée des artères. Cette espèce de dicrotisme ne

nous avait pas paru moins singulière que la précédente pendant l'époque si longue où, nous aussi, nous avions ignoré que le dicrotisme était l'état normal des battements artériels ou du pouls. Mais, depuis qu'il n'en est plus ainsi, pourrions-nous trouver singulière une espèce de dicrotisme, dans lequel le renforcement affecte spécialement le second de ces battements, c'est-à-dire la contraction ou la systole des artères? Autant vaudrait trouver singulier aussi que la systole du cœur ventriculaire soit renforcée dans l'hypertrophie des ventricules.

» Il n'est pas rare de rencontrer une hypertrophie simultanée du cœur ventriculaire et des artères, et c'est alors aussi que se montre à la fois le renforcement du pouls diastolique et du pouls systolique des artères.

» C'est ici le moment de parler d'un dicrotisme anormal qui, au premier abord, semble bien différent, sous le rapport de son mécanisme ou de son explication, des deux espèces que nous venons d'étudier. Cette nouvelle espèce de dicrotisme est celle que l'on observe dans la maladie dite de *Corrigan*, dont l'insuffisance des valvules aortiques est le caractère pathognomonique, maladie dont nous avons recueilli, pour notre part, un si grand nombre de cas. Oui, certes, la différence dont il s'agit serait vraiment énorme si, comme l'enseignent quelques observateurs, le dicrotisme modèle, que l'on rencontre si souvent dans les cas d'insuffisance des valvules aortiques, était l'effet du reflux du sang dans le ventricule gauche, auquel donne lieu cette insuffisance, au temps de la diastole ventriculaire et de la systole artérielle. Mais une telle explication est purement imaginaire, et, en y réfléchissant plus sérieusement, on ne tardera pas à voir combien elle s'accorde peu avec la véritable nature des choses dont il s'agit ici. En effet, il est deux états morbides qui se rencontrent ordinairement dans cette maladie dite de *Corrigan*, et qui font rentrer la nouvelle espèce dans une de celles déjà étudiées par nous. Ces deux états morbides sont en effet une hypertrophie généralisée des artères et une hypertrophie du ventricule gauche du cœur, dont l'une produit, ainsi que nous l'avons établi tout à l'heure, le renforcement du pouls systolique, et l'autre le renforcement du pouls diastolique des artères.

» Telle est l'explication réelle, et si naturelle, de ce *dicrotisme* observé dans la maladie de *Corrigan*, double, quand il existe une hypertrophie simultanée du ventricule gauche du cœur et des artères, simple ou unique, quand il n'existe qu'une hypertrophie isolée, soit des artères, soit du ventricule gauche. Combien de fois ne nous est-il pas arrivé, à la vue et au toucher de ces battements renforcés des artères, d'annoncer une insuf-

fisance aortique avec les accompagnements ci-dessus indiqués, maladie complexe dont une plus ample exploration ne tardait pas à nous démontrer l'existence !

» Combien de fois aussi, dans les cas de ce genre, n'avons-nous pas en même temps annoncé d'abord, puis constaté et fait constater à d'autres, qu'en exerçant une compression convenable sur les artères extérieures (crurales, carotides, sous-clavières, etc.), sur l'aorte abdominale elle-même, on rencontrerait un *renforcement* du double souffle, que cette expérience détermine constamment à l'état normal de ces artères. Et rappelons ici que les doubles bruits normaux et anormaux des artères, *dicrotisme* d'un autre genre, démontrent eux-mêmes la réalité du *dicrotisme* des battements artériels, puisque les premiers supposent ces derniers.

IV. — *Lésions relatives au rhythme des battements et des repos des artères et du cœur* (1).

» Sous le rapport du rhythme comme sous tous les autres rapports de leurs révolutions, les artères et le cœur sont unis par les liens d'une telle solidarité coopérative, que nous traiterons en même temps ici et des lésions du rhythme de l'un et des lésions de rhythme des autres.

» On n'a pas oublié que les artères et le cœur sont des organes ou des instruments à quatre temps, *réglés* comme nous l'avons dit. Ce sont les dérangements des règles auxquelles ils sont soumis, les infractions aux lois qui les *coordonnent* qu'il s'agit d'exposer ici.

» Ces désordres ou ataxies s'observent, tantôt dans l'ensemble des révolutions artérielles, tantôt dans quelques-uns de leurs éléments seulement. Nous ne décrirons, pour être plus court, que les désordres ou dérangements de la première catégorie, c'est-à-dire ceux qui atteignent à la fois et les deux mouvements et les deux repos dont se compose une révolution du cœur et des artères, et dans lesquels, pour comble de désordre, les diverses révolutions de ces organes ne se ressemblent pas toutes entre elles.

» Dans l'ataxosphygmie des artères et du cœur, tous les temps des révolutions de ces organes, les mouvements et les repos dont elles se composent sont en quelque sorte bouleversés, sous quelques rapports qu'on les examine. Les mouvements en particulier sont, le plus souvent, tellement précipités qu'on ne peut les compter, tantôt très-faibles et presque imperceptibles, tantôt violents et comme par *sauts* et par *bonds*, souvent entremêlés de *faux pas*, d'arrêts ou d'intermittences, toujours tumultueux.

(1) Ataxosphygmie du cœur et des artères.

» Nous avons dit ailleurs que les désordres ci-dessus brièvement exposés constituaient une sorte de *délire* ou de *folie* du cœur et des artères; ajoutons qu'on peut les comparer plus justement encore à ceux de la marche ordinaire, à ceux de la voix, soit simple, soit modulée, à ceux de la prononciation, lorsqu'ils sont frappés de cet état anormal connu sous le nom d'*ataxodynamie*.

» Cette sorte d'*anarchie* des battements du cœur et des artères détermine nécessairement un trouble profond dans la circulation générale du sang, trouble auquel il faut rattacher ce sentiment particulier d'*angoisse*, d'*anxiété*, de *défaillance*, dont se plaignent les individus atteints d'ataxosphygmie.

» Les lésions du rhythme, de la coordination des battements du cœur et des artères se produisent tantôt par l'effet de lésions de ces organes eux-mêmes, tantôt par l'effet de lésions du système nerveux qui préside à ce rhythme, à cette coordination. Ces lésions, qui portent sur l'anatomie, la structure externe, la construction pour ainsi dire du cœur et des artères, sont, en particulier, celles qui s'opposent au libre jeu des valvules, les rétrécissements des orifices auxquels celles-ci sont adaptées, etc. Celles qui ont pour siége le système nerveux, chargé de veiller, en quelque sorte, au maintien du rhythme et de la coordination des mouvements du cœur et des artères, se divisent en deux espèces, selon qu'elles sont matérielles, c'est-à-dire visibles, tangibles ou palpables, ou qu'elles échappent, au contraire, à l'action de nos sens extérieurs.

V. — *Lésions relatives à l'absence ou à la suspension passagère des battements des artères et du cœur.*

» Les lésions comprises sous ce titre sont connues sous les noms d'*intermittences*, ou d'*arrêts* des mouvements du cœur et des artères.

» Nous avons déjà dit, au commencement de cette Communication, que la cessation définitive des révolutions du cœur et des artères était incompatible avec la vie, et tout le monde sait que, dans les cas où il s'agit de constater la mort, le premier soin dont on s'occupe, c'est de s'assurer si les battements du cœur et des artères ont cessé sans retour. Mais la vie elle-même n'est pas compromise, quand il s'agit seulement d'un arrêt momentané, d'une simple intermittence des battements du cœur et des artères.

» Cette intermittence peut même se répéter plusieurs fois dans l'espace d'une minute, et cela pendant des mois et des années, je ne dis pas seule-

ment sans préjudice de la vie, mais sans nul dérangement notable de la santé. Cependant ce phénomène, semblable à une sorte de faux pas du cœur et des artères, donne lieu à un sentiment de surprise pénible et, chez quelques personnes, à une véritable frayeur. Les arrêts ou intermittences dont il s'agit n'ont que la durée d'un instant, d'un éclair.

» Lorsqu'un arrêt des battements du cœur se prolonge, au contraire, pendant plusieurs secondes, il en résulte cette *perte de connaissance*, désignée sous les noms de *défaillance* ou de *syncope*. On dit aussi des personnes qui éprouvent cet accident qu'*elles se trouvent mal*. Au moment où ces personnes vont en être frappées, au milieu de l'effroi qu'elles ressentent, elles prononcent souvent ces mots : *Je vais mourir, je me meurs!* lesquels font en quelque sorte passer dans l'âme des spectateurs l'effroi de ceux qui les prononcent.

» Montaigne nous raconte avoir éprouvé une sorte de volupté au moment d'une syncope dont il fut frappé. Mais, sous ce rapport, comme sous tant d'autres, tout le monde n'est pas un Montaigne. La plupart des personnes auxquelles l'accident du célèbre philosophe est arrivé réservent ce sentiment de volupté, dont il parle, pour le moment où *elles reviennent à elles*, et ressuscitent en quelque sorte de la mort syncopale.

» Pour se changer en mort réelle, il suffirait à cette mort syncopale de se prolonger : il en est malheureusement quelquefois ainsi, et c'est là une des trois grandes formes des *morts subites*. »

PHYSIOLOGIE. — *Nouvelles observations relatives à la Communication de M.* Bouillaud *du 15 septembre;* par M. **Bouley**.

« J'ai demandé la parole, dans l'avant-dernière séance, après la première Communication de M. Bouillaud, sur la *théorie du pouls*, non pour entrer dans la discussion que cette théorie pourrait comporter, mais pour établir que l'idée que les artères contribuent, pour une certaine part, à imprimer au sang son mouvement, n'était pas une idée nouvelle, comme M. Bouillaud semblait le prétendre; et, ne m'en rapportant qu'à mes souvenirs, je rappelai que Magendie s'était exprimé sur ce point de la manière la plus positive et la plus nette. Je ne m'étais pas trompé; voici textuellement ce que dit Magendie du rôle des artères dans la circulation :

« L'élasticité des parois artérielles représente celle du réservoir d'air dans certaines pompes à jeu alternatif, et qui pourtant fournissent le liquide d'une manière continue; et en général on sait, en Mécanique, que *tout mouvement intermittent peut être transformé en*

mouvement continu, en employant la force qui le produit à comprimer un ressort qui réagit ensuite avec continuité. » (*Précis élémentaire de Physiologie*, t. II; 1833.)

» Magendie, on le voit, est très-explicite dans ce passage. Il donne comme sienne l'idée qui vient d'être formulée, et il dit que Bichat n'a pu comprendre le rôle des artères dans la circulation, parce que, « niant la » contractilité des parois artérielles, il a dû nécessairement rejeter le phé» nomène important qui en est l'effet (p. 388) ».

» Cependant M. Chevreul vient de revendiquer tout à l'heure pour Bichat l'idée que Magendie lui conteste formellement, et, à l'appui de cette revendication, il a donné lecture d'un passage de l'*Anatomie générale*, où Bichat signale l'élasticité comme une des propriétés physiques les plus remarquables des artères. Il est incontestable que Bichat connaissait l'élasticité des artères, mais il ne lui a pas fait jouer le rôle que Magendie lui a attribué. Cela ressort manifestement de tout le chapitre de Bichat sur le système vasculaire à sang rouge. On va en juger par la série des passages que je vais citer textuellement.

» Pour Bichat, « cette propriété joue un rôle évident dans l'espèce de » locomotion que les artères éprouvent par l'abord du sang. » (*Anatomie générale*, édition de Béclard et Blandin, t. II, p. 80; 1830). Mais « les artères » ont peu *d'extensibilité suivant leur diamètre*. Quelques efforts qu'on fasse » pour les dilater par des injections avec l'eau, l'air, les substances » grasses, etc., elles ne prennent guère un calibre supérieur à celui qui » leur est naturel (p. 32) ». A cette occasion, Blandin rappelle en note, pour prouver que l'opinion de Bichat n'est pas fondée, une expérience par laquelle Poisseuille démontre, à l'aide d'un appareil ingénieux, qu'à chaque pulsation l'artère se dilate.

» Je continue les citations. Dans le paragraphe relatif aux *Remarques sur les causes du mouvement du sang rouge* (p. 100), Bichat établit « que le sang » rouge se meut dans le cœur par un mécanisme sur lequel ne s'élève au» cune difficulté; mais une question importante reste à décider, dit-il, » sur son mouvement dans les artères. Ces vaisseaux sont-ils actifs ou pas» sifs dans ce mouvement? » et il répond :

« D'après l'absence de contractilité organique sensible que nous avons observée dans ce tissu, il est évident que son rôle doit être spécialement passif, que le mouvement dont il est le siége lui est communiqué, que le cœur est le grand agent du battement des artères, que c'est lui qui donne l'impulsion à laquelle ces vaisseaux ne font qu'obéir.... »

» A la page 104, Bichat rappelle une expérience dont il a rendu compte

dans son *Traité des membranes*, et « qui consiste à faire circuler le sang » rouge dans les veines, sans mouvement de locomotion, il est vrai, mais » avec un bruissement sensible au doigt et avec une vitesse *presque* égale » à celle des artères. »

« Cette dernière expérience prouverait seule, ajoute-t-il, que le cœur est presque l'unique agent d'impulsion du sang circulant dans les artères.... »

» A la page 106, Bichat conteste « que les artères puissent se contracter » par elles-mêmes, car le moindre dérangement dans une partie, la » moindre pression occasionneraient une discordance dans les mouve» ments » ; aussi ajoute-t-il, à la page suivante, « qu'il résulte bien évi» demment de tout ce qu'il vient de dire que, dans le battement des » artères, le cœur est presque la seule puissance qui mette le fluide en » mouvement ; que les vaisseaux sont alors, pour ainsi dire, passifs ; qu'ils » obéissent au mouvement qui leur est communiqué, mais qu'ils n'en ont » point par eux-mêmes de dépendant au moins de la vitalité. » Dans ce dernier membre de phrase, il y a une sorte de réserve, à laquelle Bichat ne semble pas attacher d'importance ; car, à la page suivante, il dit expressément :

« Plus on examinera attentivement les choses, plus on se convaincra de la nécessité qu'il n'y ait qu'un seul agent d'impulsion pour le système artériel, et que, toujours inerte, ce système ne puisse nullement arrêter la marche du fluide. »

» Cette opinion, Bichat la ressasse pour ainsi dire :

« Dans les gros vaisseaux, dans les branches et même dans les rameaux, le cœur est presque tout pour les mouvements du sang (p. 111). »

« La contractilité insensible existe dans les troncs, dans les branches et les rameaux; mais son effet est nul, tant celui du cœur est marqué (p. 113). »

» Et enfin, pages 116 et 117, il affirme très-nettement que « ce n'est pas » la contraction des artères qui pousse le sang à leurs extrémités », et, après avoir présenté les arguments sur lesquels il appuie cette manière de voir, il ajoute qu'il n'est pas vrai, comme il l'avait professé lui-même pendant plusieurs années, que les artères se contractent pour pousser le sang dans toutes les parties. « Ce temps n'existe pas, dit-il; je vous défie de » l'observer jamais sur un animal vivant. »

» Ces citations suffisent pour prouver que Bichat n'a pas attribué aux grosses artères un rôle comme agents du mouvement du sang. Pour lui, elles étaient passives absolument, et c'est le cœur qui est l'organe exclusif de ce mouvement. Magendie avait donc raison quand il disait que « Bichat,

» ne reconnaissant pas la contractilité des parois artérielles, a dû nécessairement rejeter le phénomène important qui en est l'effet. » Mais ce n'est pas à Magendie ni à M. de Blainville que revient le mérite d'avoir reconnu le rôle de l'élasticité des artères dans la circulation. Ces deux savants ont eu un précurseur : c'est John Hunter. Voici comment il s'exprime à ce sujet dans son *Traité du sang et de l'inflammation,* écrit en 1762 à Belle-Isle, après l'entière réduction de la place, est-il dit dans l'introduction :

« Le mouvement du sang étant un phénomène mécanique, l'élasticité est la propriété qui convient le mieux pour obvier à l'effet immédiat de l'impulsion du cœur.... Sans l'élasticité, le sang serait mû dans l'aorte comme au moment où il sort du cœur...; mais, bien que le sang sorte du cœur par jets interrompus, comme la totalité du tube artériel est plus ou moins élastique, le mouvement du sang, en raison de cette élasticité, devient graduellement de plus en plus uniforme. L'élasticité des artères produit un effet analogue à celui du soufflet double : bien que le mouvement de ce soufflet soit alternatif, le courant d'air est continu, et, si ce courant passait à travers un long tuyau élastique semblable à une artère, il serait encore plus uniforme. » (*OEuvres complètes de John Hunter,* traduction de Richelot, t. III, p. 199; 1840.)

» Voilà une opinion très-nettement exprimée et qui ne laisse pas de doute dans l'esprit. Évidemment l'idée que Magendie croyait sienne appartient à John Hunter. Il y a donc déjà plus d'un siècle qu'elle est dans le domaine de la science. C'est ce que je voulais prouver contre M. Bouillaud. »

Réponse de M. BOUILLAUD *à M.* Bouley.

« Notre savant confrère, M. Bouley, continue, à mon grand regret, de croire que, selon moi, *des physiologistes éminents de notre temps affirmeraient que le rôle des artères, dans la circulation du sang, serait nul.* Je n'ai attribué cette affirmation qu'au seul Harvey, physiologiste éminent s'il en fût, mais qui n'est pas, malheureusement, de notre temps. J'ai ajouté, il est vrai, que, selon Longet, dont notre temps s'honore et qui lui a été trop tôt ravi, *il ne faudrait pas attribuer un rôle réellement actif dans la propulsion du sang, et que la seule force impulsive émane de la pompe cardiaque;* mais, cette réserve faite, Longet enseigne que *le cours du sang, dans le système artériel, est sous la dépendance de l'élasticité et de la contractilité de ce système, lesquelles, bien que différentes entre elles, jouent simultanément leur rôle.*

» Ainsi donc, admettant, avec Magendie, l'influence de l'élasticité des artères et, de plus, l'influence de la *contractilité* de ces vaisseaux, Longet

leur refusait néanmoins *toute force impulsive, tout rôle actif dans la propulsion du sang*. C'est en cela que je n'ai pu me trouver d'accord avec Longet et les autres physiologistes de la même école. J'ai reconnu, en effet, dans les artères une force impulsive, une systole avec choc, qui leur est propre et destinée à *propulser* le sang qu'elles reçoivent des ventricules, comme ceux-ci *propulsent* celui qui leur vient des oreillettes.

» Voilà précisément l'*idée* que j'ai donnée comme *nouvelle*, et qui, si l'on en croyait M. Bouley, loin d'être nouvelle, daterait, au contraire, de longtemps dans la science, puisqu'il a le souvenir très-précis que Magendie l'a formellement exposée comme sienne, dans sa *Physiologie*, il y a quarante ans. « Il est vrai, ajoute M. Bouley, que Magendie fait jouer ce rôle à » l'élasticité, tandis que M. Bouillaud invoque peut-être la contractilité. » Assurément, si, comme le suppose M. Bouley, j'avais pris pour une *nouveauté* l'*idée* que « les artères contribuent pour leur part à faire mouvoir » le sang dans l'appareil qu'elles constituent », je me serais étrangement trompé. Je savais, en effet, de concert avec mon savant confrère, que Magendie et bien d'autres encore, sans compter Longet, déjà cité, avaient professé que les artères, en vertu de l'élasticité dont elles sont douées, *contribuent pour leur part* à faire mouvoir le sang dans leur cavité; je savais même que le mouvement des artères, d'après des expériences célèbres, reconnaissait pour cause une action nerveuse. Ce ne pouvait donc pas être ni l'élasticité ni la contractilité des artères *que je semblais donner aujourd'hui comme une idée nouvelle*. Non, la chose que je présentais comme nouvelle, et que je présente encore comme telle, après les longs passages de Magendie dont M. Bouley vient de nous donner l'intéressante lecture, c'est la systole *rhythmique* ou le *pouls propre* des artères. Certes, mon savant confrère voudra bien avouer qu'il n'en est aucunement question dans les passages cités par lui. Ce n'est pas à l'élasticité fixe, *permanente* et *continue* des artères, telle qu'elle a été admise par Magendie et par d'autres physiologistes, que M. Bouley attribuera, je pense, la *systole artérielle* rhythmique et, par conséquent, intermittente ou périodique dont je viens de parler. Il ne pouvait pas ignorer, d'ailleurs, que c'était là l'*idée nouvelle*, le *fait nouveau*, si l'on aime mieux, que j'avais signalé à l'attention de l'Académie. Il ne pouvait pas l'ignorer; car je l'avais déclaré dans les termes suivants, dont la clarté, ce me semble, ne laisse rien à désirer :

« Que *l'élasticité proprement dite* des artères et la pression atmosphérique ne soient pas étrangères à certains phénomènes du cours du sang que ces vaisseaux contiennent, *certes nous en convenons volontiers*; mais nous croyons devoir nous contenter d'avoir montré que,

pour s'accomplir, le passage du sang dans les artères et de là dans toutes les parties du corps réclamait le double concours et de la systole des ventricules du cœur et de la systole des artères. Que cette dernière *systole* porte les noms de *mécanique* ou de *physiologique*, qu'on l'attribue à des *fibres élastiques* ou à des fibres musculaires, ELLE EST. »

» C'est donc, M. Bouley le voit, c'est donc l'existence même de cette systole, de ce *pouls* des artères, rhythmique, à l'instar de la systole ventriculaire elle-même, que je donnais comme *nouvelle*, et que notre savant confrère n'a point trouvée dans la *Physiologie* de Magendie. »

ART MILITAIRE. — *Observations relatives aux sujets traités dans le numéro 21 du* Mémorial de l'Officier du Génie; par M. le général **Morin**.

« Dans ce recueil, publié par ordre du Ministère de la Guerre et par les soins du Comité des Fortifications, on trouve plusieurs Mémoires d'un assez grand intérêt pour que je croie devoir demander à l'Académie la permission de lui en présenter une analyse abrégée.

» Sous le titre de *Note relative aux effets du tir des batteries allemandes pendant le siége de Paris,* M. le capitaine du Génie Petit a réuni un grand nombre de résultats, d'observations précieuses pour l'art de l'ingénieur, et dont l'ensemble est de nature à augmenter la confiance qu'il nous est permis de conserver dans la valeur de cette grande place.

» Nous n'en citerons qu'un exemple.

» *Tir en brèche.* — La seule tentative sérieuse faite par les Allemands pour pratiquer une brèche aux fortifications de Paris par un tir à grande distance est celle qu'ils ont dirigée sur le fort d'Issy, dont le revêtement était constitué par des voûtes en décharge de 6 mètres de portée et de $0^m,75$ seulement d'épaisseur à la clef de voûte. Deux batteries, armées chacune de six pièces de 24, situées à des distances de 2200 et de 2400 mètres, et une troisième de six pièces de 24, construite à 1000 mètres, ont ouvert un feu violent contre l'une des courtines de ce fort, et leur effet s'est réduit à démolir le mur de masque des casemates, sans parvenir à produire une brèche praticable.

» La même courtine ayant été, pendant trois jours, lors de l'insurrection de la Commune, exposée au feu de batteries françaises occupant les mêmes positions que celles des Allemands, la brèche ne put encore être rendue praticable devant une seule casemate par ce tir à grande distance, tandis que quelques heures suffisent à des batteries placées selon les règles ordinaires de l'attaque des places.

» Il résulte de ces faits cette conséquence importante que les remparts casematés des forts de Paris ne peuvent être démolis, comme on le craignait, par des batteries à tir plongeant, tirant à grandes distances, de manière à offrir à l'ennemi des brèches praticables pour l'assaut; et si, à cette difficulté, on ajoute les dangers de destruction auxquels seraient exposées des colonnes d'attaque mises en mouvement à près de 2000 mètres, on reconnaîtra, sans doute, que l'introduction dans les armées de l'artillerie nouvelle, à longue portée, lançant d'énormes projectiles, n'enlève pas aux fortifications, et en particulier à celles de Paris, autant de leur valeur qu'on est trop généralement porté à le croire. L'art de nos ingénieurs parviendra facilement d'ailleurs à compléter leurs moyens de défense.

» L'ensemble de tous les faits recueillis et le résultat final de ce siége, dont l'issue n'a été due qu'au manque absolu de subsistances de la population, prouve combien les ingénieurs qui ont présidé aux grands travaux de défense, le maréchal Dode de la Brunerie, le général Haxo, le général Vaillant et le Gouvernement qui leur avait donné sa confiance, avaient été sagement inspirés quand ils avaient insisté pour ajouter à une vaste enceinte continue de puissants forts détachés, dont le nombre fut malheureusement trop limité par le pouvoir législatif.

» Un autre résultat non moins remarquable, c'est que les magasins à poudre construits d'après les règles et les proportions données par l'immortel Vauban, et recouverts d'une couche de terre de $1^m,00$ à $1^m,50$ d'épaisseur, ont parfaitement résisté, même au choc presque vertical des obus de 21 centimètres pesant 80 kilogrammes.

» Si l'on se rappelle que les recherches de notre illustre Poncelet sur la poussée des terres, basées sur les principes de la science moderne, l'avaient conduit, pour le cas particulier des murs d'escarpe, à des règles qui concordaient avec celles que Vauban avait laissées, on ne saurait trop admirer la merveilleuse puissance d'intuition dont était doué le grand ingénieur de Louis XIV.

» Une Note fort succincte de MM. le capitaine Petit, et Vinclaire, sous-lieutenant du Génie, accompagnée d'un plan, donne sur le bombardement de la ville de Paris des renseignements qui ne seront pas perdus pour l'histoire de la guerre de 1870-1871.

» La Note est courte, mais elle en dit assez pour montrer que cet acte, contre lequel l'Institut tout entier avait inutilement invoqué les droits de la science et de l'humanité, a été aussi inutile que barbare.

» Il nous suffira de dire que les dix mille obus des plus gros calibres, lan-

cés sur la capitale des Arts pendant vingt et un jours et vingt et une nuits, ont été principalement et très-habilement concentrés sur trois groupes d'établissements comprenant : le Jardin du Luxembourg (80 obus), le Jardin des Plantes (87 obus), l'Asile des Aliénés (187 obus), et six autres hôpitaux. Le Louvre n'a été préservé que parce qu'il était hors de portée.

» Les dégâts matériels ont été relativement peu considérables, et l'effet psychologique, sur lequel on paraissait compter beaucoup, a été nul; mais le nombre des habitants ou blessés ou tués s'est élevé à près de 400, dont la moitié environ étaient des femmes et des enfants.

» Tout commentaire de ces résultats serait ici superflu; mais nous croyons répondre au sentiment national en exprimant le vœu que, pour l'honneur de nos armes, notre artillerie ne se croie jamais dans la nécessité d'user de semblables moyens.

» Un Rapport de M. le commandant Peltier, sur les mines exécutées pour la rupture des tunnels et des ponts de la vallée de la Seine, contient d'utiles renseignements sur ces opérations.

» Parmi les autres travaux que nous ne pouvons analyser ici, il convient cependant de signaler de très-savantes études des mines militaires, présentées en 1863 et en 1869 par M. le commandant Dambrun, qui, après avoir rappelé les premières recherches de Bélidor en 1730 et celles de Lebrun en 1812, discute les résultats de toutes les expériences connues jusqu'à ce jour.

» Ce travail considérable, fruit de longues recherches, est destiné à guider les ingénieurs militaires dans les opérations délicates de la guerre souterraine, dont l'importance dans les siéges peut être appréciée par ce seul fait que, pour la défense de Sébastopol, les Russes avaient établi, en avant des fronts d'attaque voisins du bastion du Mât, des galeries à deux étages ayant un développement d'environ 6 à 7 kilomètres, et que pendant plusieurs mois deux compagnies de mineurs français ont lutté, avec succès, d'habileté et de persévérance pour déjouer les efforts de l'ennemi.

» Pour remplacer les calculs que les circonstances de la guerre ne permettent pas toujours d'exécuter, M. le capitaine Ricour, récemment décédé au Sénégal, avait donné, en 1866 et en 1867, sous le titre d'*Abaque des mines militaires*, des tableaux graphiques qui représentent les résultats des formules, et qu'un officier peut facilement porter en campagne avec lui.

» Dans un même ordre d'idées, M. le commandant Guillemot avait aussi donné, dès 1853, une solution graphique des problèmes de mines, à

l'aide de laquelle on peut calculer les charges des fourneaux, leurs rayons d'entonnoir, ceux de rupture et le côté de la boîte aux poudres.

» Enfin M. le capitaine Delambre a aussi construit un abaque pour la résolution des problèmes de mines.

» On voit, par ce résumé des Mémoires contenus dans le numéro 21 du *Mémorial de l'Officier du Génie*, que ce volume constitue un recueil aussi riche en recherches scientifiques qu'en résultats pratiques relatifs à l'art de l'ingénieur militaire; mais nous croyons surtout devoir faire remarquer l'heureux usage que les savants officiers, auteurs de ces travaux, savent faire de la Géométrie pour représenter les données de l'expérience et de la théorie, en en facilitant l'application.

» Le volume est terminé par une Note relative au nouveau système de télégraphie optique, dont l'idée première appartient à M. Maurat, professeur de Physique au lycée Saint-Louis, et qui a été essayé avec succès, soit à Paris pendant le siége, soit en province pendant et après la guerre. Cette Note, dans laquelle se trouvent deux extraits d'un pli cacheté, déposé le 29 avril 1872 au Secrétariat de l'Académie, et ouvert dans la séance du 7 juillet dernier, a pour objet d'établir la priorité des savants français sur des essais analogues exécutés en Italie, et publiés seulement en septembre 1872 dans un Mémoire de M. Fani, savant capitaine du Génie piémontais. Le contenu du pli cacheté a été inséré *in extenso* dans les *Comptes rendus*. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE. — *Note sur le magnétisme* (suite); par M. **J.-M. Gaugain** (1).

(Renvoi à la Commission du prix Trémont.)

« **42.** Dans le cas d'un aimant permanent, la courbe qui représente les *courants d'arrachement* s'abaisse très-rapidement à partir des extrémités des branches du fer à cheval, et se confond sensiblement avec l'axe des abscisses dans le voisinage du talon. Dans le cas d'un électro-aimant, la courbe des *courants d'arrachement* diffère peu d'une ligne droite dans tout l'intervalle qui sépare les deux bobines; mais cette ligne parallèle à l'axe des abscisses est située à une très-grande hauteur au-dessus de cet axe. Les chiffres

(1) *Voir* les *Comptes rendus* des 13 janvier, 30 juin et 8 septembre 1873. Les numéros placés en tête des divisions de cette Note font suite à ceux des Notes précédentes.

suivants donneront une idée de sa forme et de sa position :

A 10 millimètres des extrémités des branches		(en dehors des bobines)...	$y = 1168$
107	»	»	(en dedans des bobines)..	$y = 1019$
244	»	»	(au talon)............	$y = 994$

» L'échelle est la même que dans la série d'expériences qui a fourni les chiffres du n° 39.

» Dans les électro-aimants, l'accroissement d'aimantation qui résulte de l'application de l'armature est presque uniforme dans toute l'étendue du fer à cheval; il l'est, du moins, dans l'intervalle qui s'étend entre les deux bobines, et il est partout très-considérable, tandis que dans les aimants permanents cet accroissement, très-marqué aux extrémités des branches, devient sensiblement nul dans les parties qui avoisinent le talon.

» 43. Le courant de désaimantation qui se produit à la rupture du courant inducteur, lorsque l'électro-aimant est sans armature (celui dont il a été question n° 39), varie à peu près comme l'intensité du courant inducteur pour un point déterminé de l'électro-aimant. Au contraire, le courant d'arrachement dont il s'agit au n° 40 est sensiblement proportionnel au carré du courant inducteur. Il résulte de là que le rapport du courant d'arrachement au courant de rupture varie lui-même comme l'intensité du courant inducteur. Dans la série d'expériences à laquelle j'ai emprunté les nombres cités aux n°s 39 et 42, le rapport des deux courants de désaimantation est 62,8; or, je me suis servi pour ces expériences d'un courant inducteur très-faible; ce courant était fourni par un seul élément de Daniell et n'aurait donné au voltamètre que 27 centimètres cubes d'hydrogène par heure; il serait facile d'obtenir une intensité double, et par conséquent le rapport des deux courants de désaimantation peut être aisément porté au delà de 100, comme je l'ai dit. On voit que, lorsque l'intensité du courant inducteur est un peu considérable, l'aimantation qui existe avant l'application de l'armature est tout à fait insignifiante en comparaison de celle qui résulte de cette application. Les lois dont l'énoncé précède cesseraient sans doute d'être vraies pour des courants inducteurs puissants, mais elles sont vérifiées avec toute l'exactitude possible pour les courants faibles.

» 44. J'ai trouvé (n° 38) que l'accroissement d'aimantation, qui se produit dans un aimant permanent par suite de l'application de l'armature, est indépendant de la durée du contact établi entre cette armature et l'aimant. Dans le cas d'un électro-aimant, la réaction produite par l'application de l'armature s'accomplit encore dans un temps très-court, mais elle n'est pas

instantanée. Je me suis assuré que, dans les conditions de mes expériences, l'état magnétique continue à se modifier pendant quatre ou cinq secondes d'une manière appréciable. Pour établir ce fait, j'applique l'armature, et je laisse écouler un temps déterminé avant de former le circuit induit. J'ai obtenu ainsi les déviations suivantes :

Après 1 seconde d'intervalle.....	90°
Après 2 secondes..............	13°,9
Après 3 secondes..............	4°
Après 4 secondes..............	1°
Après 5 secondes..............	une petite fraction de degré.

» Avec des instruments plus sensibles que ceux dont je me suis servi, on pourrait, sans nul doute, suivre la variation de l'état magnétique pendant un temps un peu plus long; mais si l'on considère la rapidité avec laquelle décroît le courant d'induction lorsque le temps écoulé augmente, on ne peut pas douter que, au bout d'un petit nombre de secondes, l'état magnétique ne devienne sensiblement constant.

» 45. Pour établir les lois énoncées dans le n° 43, il est nécessaire de tenir compte de plusieurs causes perturbatrices dont la plus importante est le magnétisme persistant du fer. Le fer doux s'aimante dans les mêmes conditions que l'acier trempé, quoique à un degré beaucoup plus faible, et cette aimantation permanente, lorsqu'elle existe, modifie nécessairement l'aimantation qui se produit sous l'influence d'un courant inducteur d'intensité déterminée. J'ai donc été forcé d'étudier en détail les propriétés du fer aimanté, et j'ai reconnu qu'elles sont exactement les mêmes que celles de l'acier aimanté.

» 46. M. Jamin a récemment fait connaître (*Comptes rendus*, t. LXXV, p. 1797 et suiv.) un fait très-important, qui consiste en ce que l'acier peut, au moyen de certaines opérations, être amené à un état neutre apparent très-différent de l'état neutre véritable. Le fer doux peut être également amené à l'état de neutralité apparente dont il s'agit. J'ai fait passer dans les bobines d'un électro-aimant, muni de son armature, un courant fourni par un seul élément de Daniell et dont l'intensité, mesurée au moyen d'un multiplicateur conique, était 17980 (ce nombre est la tangente trigonométrique de la déviation obtenue avec mon instrument, et j'ai constaté que le courant dont l'intensité était 1000, avec le même instrument, donnait au voltamètre 2,54 centimètres cubes d'hydrogène par heure). Après avoir laissé circuler pendant quelques secondes le courant 17980, j'ai fait passer, en sens contraire et pendant quelques instants seulement, un courant dont

l'intensité était 8900, à peu près la moitié du courant primitif. A la suite de ces opérations, j'ai constaté que le noyau de fer ne possédait aucun magnétisme apparent, mais qu'il jouissait de la propriété de s'aimanter plus énergiquement dans un sens que dans l'autre, lorsqu'on le soumettait alternativement à l'action de deux courants inducteurs égaux, de signes contraires et d'une intensité plus petite que 17980. L'aimantation était très-faible dans tous les cas et n'eût pu être constatée par la méthode des poids portés; mais elle pouvait être aisément mesurée au moyen des courants d'arrachement. Conformément à l'observation de M. Jamin, j'ai trouvé que l'inégalité des deux aimantations s'effaçait à mesure que l'intensité du courant inducteur se rapprochait de l'intensité 17980, c'est-à-dire de l'intensité du courant employé en premier lieu.

» 47. L'état neutre apparent peut être établi d'une infinité de manières, et, suivant qu'il a été obtenu de telle ou telle façon, le fer possède des propriétés différentes. On peut rendre compte des faits énoncés dans le numéro précédent en admettant, comme le fait M. Jamin, que deux couches de magnétisme contraires sont superposées à la surface d'un même barreau; mais, dans d'autres cas, on est conduit à admettre la superposition d'un plus grand nombre de couches alternativement positives et négatives. Dans une expérience, j'ai fait passer successivement dans les bobines de l'électro-aimant, pourvu de son armature : 1° un courant que je considère comme positif, et dont l'intensité était 17900; 2° un courant négatif dont l'intensité était 11100; 3° un courant positif dont l'intensité était 5898 : j'ai trouvé que, à la suite de ces opérations, le fer ne possède pas de magnétisme sensible, mais qu'il jouit des propriétés suivantes : lorsqu'on fait passer alternativement, en sens contraires, un courant inducteur d'intensité déterminée, les deux aimantations positive et négative sont généralement inégales, et leur rapport varie avec l'intensité du courant inducteur. Quand cette intensité est peu supérieure à 5898, l'aimantation négative l'emporte de beaucoup sur la positive; les deux aimantations sont égales pour l'intensité 8606; lorsque l'intensité continue à croître, l'aimantation positive prend le dessus; elle est de beaucoup la plus forte pour l'intensité 11100, et enfin les deux aimantations reviennent égales pour l'intensité 17900. Pour expliquer ces faits, il devient nécessaire d'admettre que le barreau de fer renferme deux couches de magnétisme positif, séparées par une couche de magnétisme négatif.

» 48. On conçoit aisément comment on pourrait superposer un plus grand nombre de couches alternativement positives et négatives. Il suffirait

de faire passer dans les bobines de l'électro-aimant une série plus nombreuse de courants alternativement positifs et négatifs, d'intensités décroissantes. Pourtant il faut remarquer que la loi du décroissement n'est pas indifférente. Pour que le fer acquière les propriétés énoncées dans le numéro précédent, il faut que l'intensité du courant inducteur décroisse avec une certaine rapidité. Lorsque cette intensité diminue très-lentement, le fer, qui a subi l'influence de la série des courants alternatifs est dans le même état que s'il eût été soumis seulement à l'influence du plus faible des courants qui ont été employés; il est très-faiblement aimanté, et, si on le soumet ultérieurement à l'action d'un courant d'intensité déterminée plus énergique, il s'aimante également dans le sens positif et dans le sens négatif. Il se comporte comme s'il était véritablement à l'*état neutre*. En conséquence, lorsque j'ai voulu, dans le cours de mes recherches, désaimanter un barreau de fer, je l'ai soumis à l'action d'une série de courants alternatifs dont l'intensité décroissait graduellement et *lentement*. Je suppose que la même méthode pourrait servir à désaimanter l'acier. »

PHYSIOLOGIE. — *Du rôle des gaz dans la coagulation de l'albumine.* Note de MM. E. MATHIEU et V. URBAIN.

(Commissaires : MM. Cl. Bernard, Berthelot.)

« Lorsqu'on a extrait complétement les gaz dissous dans le sérum du sang, on obtient un liquide albumineux qui ne se coagule plus, même à la température de 100 degrés. Cette expérience, répétée sur l'albumine de l'œuf, a été le point de départ de nos recherches sur les causes de la coagulation de cette substance, exécutées au laboratoire de l'École Centrale.

» La machine pneumatique à mercure permet d'extraire de l'albumine non-seulement les gaz, mais les sels volatils qu'elle renferme. L'extraction des gaz la rend incoagulable par la chaleur; la disparition des sels volatils la convertit en une substance analogue à la globuline. Ces deux transformations méritent d'être examinées séparément.

» 1° *L'acide carbonique est l'agent de la coagulation de l'albumine par la chaleur.* — Les gaz que renferme l'albumine de l'œuf sont de l'acide carbonique en forte proportion, ainsi qu'un peu d'oxygène et d'azote.

Gaz contenus dans 100 centimètres cubes d'albumine de l'œuf.

CO^2......	65,43 cc	62,22 cc	56,07 cc	55,50 cc	76,15 cc	84,50 cc
O........	2,86	2,11	2,00	1,66	2,69	2,55
Az........	4,92	3,11	3,87	4,50	4,23	4,00

» L'albumine, privée de ses gaz, est incoagulable même à 100 degrés; mais elle est précipitée par l'alcool, les acides et les sels métalliques, comme l'albumine normale.

» On peut rendre de l'oxygène et de l'azote à cette albumine transformée, sans qu'elle redevienne coagulable; mais elle recouvre cette propriété si on lui restitue l'acide carbonique qu'elle a perdu. L'acide carbonique serait donc la cause de la coagulation de l'albumine sous l'influence de la chaleur.

» Il est d'ailleurs facile de démontrer que ce gaz entre dans la constitution du coagulum. En effet, lorsqu'on coagule par la chaleur, dans une atmosphère limitée, de l'albumine normale qui, comme on vient de le voir, contient beaucoup d'acide carbonique, ce gaz ne se dégage pas. D'autre part, si l'on introduit dans le vide de l'albumine coagulée et bien broyée, et qu'on fasse agir sur cette substance un acide fixe, une solution d'acide tartrique par exemple, on recueille de 60 à 80 centimètres cubes d'acide carbonique pour 100 centimètres cubes d'albumine. Or, comme en coagulant par un acide quelconque une solution d'albumine on peut toujours constater dans le précipité la présence de cet acide, combiné à la matière azotée, on est conduit, pour expliquer le mode d'action de l'acide carbonique dans la coagulation de l'albumine par la chaleur, à l'interprétation suivante : l'acide carbonique, qui existe normalement à l'état de liberté dans l'albumine liquide, serait à l'état de combinaison dans l'albumine coagulée par la chaleur.

» A l'appui de cette théorie, nous citerons encore l'expérience suivante. On sait que de l'albumine, étendue de dix à quinze fois son volume d'eau distillée, n'est pas coagulable; ce résultat proviendrait de la dilution, qui permet à la majeure partie de l'acide carbonique de se dégager avant que la température soit suffisante pour que la combinaison du gaz et de l'albumine se produise; mais fait-on traverser la solution, chauffée à 70 degrés, par un courant d'acide carbonique, on détermine la précipitation complète de la substance albuminoïde.

» La propriété que possède l'albumine de former avec la plupart des acides des composés insolubles permet d'expliquer pourquoi de l'albumine, privée de son acide carbonique et par suite incoagulable par la chaleur, donne un précipité lorsqu'on élève sa température après avoir ajouté la solution d'un sel alcalin. Une portion de l'acide du sel s'est combinée à l'albumine; aussi le liquide, primitivement neutre, est devenu alcalin après la coagulation. Il résulte de ce fait que l'albumine normale, coagulée par la cha-

leur, est un produit assez complexe qui renferme, non-seulement la combinaison de la matière albuminoïde avec l'acide carbonique, mais encore d'autres composés albumineux provenant de la décomposition des sels alcalins que renferme cette substance.

» Enfin, étant admise cette constitution de l'albumine coagulée, on comprendra comment il est toujours possible de régénérer de l'albumine soluble, en partant d'une albumine coagulée par la chaleur ou par un acide. Il suffit de chauffer le coagulum, en vase clos, à une douce température avec une solution ammoniacale jusqu'à dissolution complète, puis de soumettre le liquide à l'évaporation pour éliminer l'ammoniaque en excès et le sel ammoniacal qui a pris naissance.

» 2° *L'albumine, privée de ses sels volatils, se transforme en globuline.* — Le caractère distinctif d'une solution de globuline, extraite soit du cristallin, soit des épanchements séreux, est d'être coagulée par l'acide carbonique à la température ordinaire; ce précipité peut se redissoudre sous l'influence d'un courant d'air ou de tout autre gaz neutre, tel que l'hydrogène, l'azote, etc. L'albumine, à laquelle on a enlevé non-seulement ses gaz, mais ses sels volatils, se comporte comme de la globuline.

» La machine pneumatique à mercure permet d'extraire et de doser ces sels, qui consistent en carbonate d'ammoniaque, avec traces de sulfate et de sulfhydrate d'ammoniaque, dans la proportion de $0^{gr},20$ pour 100 centimètres cubes d'albumine ordinaire.

» L'emploi de la pompe à mercure n'est pas indispensable pour éliminer les gaz et les sels volatils que renferme l'albumine. On arrive au même résultat, en évaporant complétement à une très-douce chaleur cette substance, étendue de 10 fois au moins son volume d'eau. On peut même opérer cette dessiccation à la température ordinaire, ce qui est préférable; il suffit pour cela de placer l'albumine, suffisamment diluée, sous une cloche, à côté de deux vases renfermant, l'un de l'acide sulfurique concentré, l'autre des fragments de potasse caustique fondue; de cette façon, non-seulement la vapeur d'eau, mais l'acide carbonique et l'ammoniaque sont absorbés au fur et à mesure de leur dégagement. Suivant la plus ou moins grande dilution initiale de la solution, suivant aussi la température à laquelle s'est faite l'évaporation, on peut obtenir, soit de l'albumine, privée seulement de son acide carbonique et par suite incoagulable par la chaleur, soit de l'albumine ayant perdu son acide carbonique et ses sels ammoniacaux, c'est-à-dire de la globuline.

» Une solution de globuline, additionnée d'un peu de carbonate d'am-

moniaque, reprend les propriétés caractéristiques de l'albumine; traitée par l'acide carbonique, elle ne se coagule plus à froid, mais à une température de 70 degrés environ.

» La globuline coagulée par l'acide cabonique est une combinaison de ce gaz avec la substance albuminoïde. 10 grammes de globuline coagulée et supposée sèche, introduits dans le vide, dégagent par la chaleur et un acide fixe 26 centimètres cubes environ d'acide carbonique.

» La combinaison que forme la globuline avec l'acide carbonique à la température ordinaire est assez instable; comme nous l'avons dit, un courant d'air déplace l'acide carbonique et redissout le coagulum; mais, si l'on chauffe, la combinaison devient persistante.

» A l'état précipité, la globuline, comme la fibrine, décompose l'eau oxygénée. D'un autre côté, la solution de globuline, lorsqu'on y ajoute une petite quantité d'un phosphate alcalin ($0^{gr},50$ pour 100) paraît acquérir les propriétés de la caséine : les acides lactique et acétique la précipitent, Enfin les différentes matières animales, albumine, caséine, fibrine coagulées, redissoutes par l'ammoniaque et soumises à l'évaporation, comme il a été indiqué ci-dessus, donnent toutes naissance au même produit, qui est la globuline. De ces faits il résulte que la globuline peut être comparée à la protéine de Mulder et semble être le point de départ d'où dérivent les diverses substances albuminoïdes. »

MÉDECINE. — *Sur un nouveau traitement du choléra et probablement de la fièvre jaune par l'acide phénique et le phénate d'ammoniaque, au moyen des injections sous-cutanées.* Note de M. **Déclat**. (Extrait.)

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

« Je ne compte pas développer ici les considérations théoriques qui m'ont conduit à l'application de la méthode nouvelle, ni les nombreuses expériences confirmatives faites sur les animaux; je me bornerai donc à donner les explications strictement nécessaires pour que les médecins en puissent faire l'application. Je dirai seulement que, dans les deux seuls cas où il m'a été donné jusqu'à présent de faire moi-même cette application, j'ai obtenu deux succès.

» 1° En temps d'épidémie, on devra employer, comme moyen préservatif, l'acide phénique blanc et cristallisé en boisson, à la dose de 30 à 40 centigrammes par jour, soit trois à quatre cuillerées du sirop phéniqué que je fais préparer pour cet usage.

» 2° Dans la cholérine ou le choléra confirmé, jusqu'à la période de cyanose exclusivement, on fera usage de la même boisson, et, de plus, on pratiquera de quatre à six injections sous-cutanées chacune de 5 grammes d'eau phéniquée à deux et demi pour cent. On continuera ces injections jusqu'à la convalescence confirmée, et la boisson jusqu'au rétablissement complet de la santé.

» 3° A partir du moment où la circulation s'embarrassera, c'est-à-dire dès le début de la cyanose, on donnera pour boisson un sirop de phénate d'ammoniaque (1) dans les mêmes proportions et aux mêmes doses que le sirop phéniqué simple, et l'on pratiquera de deux à dix injections sous-cutanées, chacune de 5 grammes d'eau contenant en dissolution deux et demi pour cent de phénate d'ammoniaque.

» Si la mort paraissait imminente, on pourrait faire directement dans les veines une injection goutte à goutte, jusqu'à concurrence de 150 et même 200 gouttes de la même solution ou d'une solution plus allongée, mais ne contenant pas plus de 50 centigrammes à 1 gramme de phénate d'ammoniaque. Sur des animaux atteints de sang de rate foudroyant, j'ai vu ces injections opérer de véritables résurrections. J'ai lieu d'espérer qu'on les reproduira sur les cholériques. »

VITICULTURE. — *Comparaison du* Phylloxera vastatrix *des galles avec celui des racines.* 4e Note de M. **Max. Cornu.**

(Renvoi à la Commission du Phylloxéra.)

« Dans la Note présentée, le 4 août dernier, à l'Académie des Sciences, M. le Dr Signoret énumère les formes diverses du *Phylloxera vastatrix*. Cette

(1) J'emploie le nom de phénate d'ammoniaque, sans prétendre que ce soit un véritable sel; c'est une question réservée. Mais il est une particularité d'une haute importance pratique, sur laquelle je dois fortement insister : c'est que le phénate ou prétendu phénate doit être préparé en faisant arriver directement du gaz ammoniac sec dans de l'acide phénique pur, blanc et cristallisé, et non en versant sur celui-ci de l'ammoniaque liquide.

J'ai pu constater, sur des animaux, que la combinaison préparée par le dernier procédé produit très-souvent la gangrène, et quant à l'ammoniaque seule, elle cause la gangrène à peu près dans tous les cas. Pour que les expériences que mes confrères voudraient tenter soient comparables et concluantes, j'ai eu la précaution de faire déposer chez M. Guénon, pharmacien à Paris, du phénate d'ammoniaque préparé comme je le prescris. Le phénate, même ainsi préparé, précipite souvent, après un certain temps de préparation; il est donc indispensable de filtrer la solution au moment de l'injecter.

espèce est, selon lui, très-polymorphe; il y indique une double série de générations qui procèdent l'une de l'autre. Je ne m'occuperai ici que de l'une, qui aboutit à la forme qu'il a nommée le *type mère*. Il avait antérieurement, dans un article publié dans le *Journal de l'Agriculture* (numéro du 17 février 1872, t. I, p. 258, avec figures), appelé l'attention sur ce type mère, qui diffère, à plus d'un titre, du type tuberculeux des racines, et dans lequel les individus des galles rentrent pleinement. C'est de ces derniers qu'il sera plus spécialement question dans cette Note.

» Y a-t-il une différence aussi grande qu'il le pense entre ces deux formes, et le polymorphisme n'est-il pas plus apparent que réel?

» On doit être un peu mis en garde contre les différences tirées de l'aspect entre le type mère et le type tuberculeux. Disons d'abord que, entre l'un des deux et le jeune dont il provient, la dissemblance est considérable, on le sait, tandis que les jeunes des deux séries sont identiques.

» Les divergences de taille et de forme s'expliquent aisément dans l'hypothèse d'une variété unique, en considérant que l'insecte des feuilles contient dans son abdomen une quantité considérable d'œufs volumineux, et qu'il en pondra successivement jusqu'à trois cents, dit-on. Il s'est distendu, déformé, au point de perdre l'apparence qu'il avait précédemment; cela n'a rien que de très-rationnel, et des exemples analogues pourraient être pris jusque dans les vertébrés. Cette différence de forme ne constitue donc pas réellement une altération du type de l'espèce.

» Si le diamètre transversal s'est notablement accru, les appendices, pattes et antennes, toutes choses égales d'ailleurs, n'ont point partagé ce mouvement d'extension; elles demeurent dans leur position naturelle, elles ont la disposition et la structure habituelles, sauf de légères différences qui seront examinées dans une autre Note. Les pattes paraissent, à cause de la dilatation du corps, être relativement ouvertes; elles sont rapprochées par paires sous la portion inférieure du corps. Cela prouve bien qu'on n'a, en réalité, affaire qu'à un individu dilaté, et dilaté principalement dans la partie dorsale et abdominale.

» Quant à la disposition plus ou moins chagrinée de la membrane externe, c'est un caractère d'un ordre et d'une valeur spécifique assez médiocres. Les boursouflures hémisphériques et très-petites qui les produisent varient souvent beaucoup sur les Phylloxéras des racines (qui présentent tous d'ailleurs une peau chagrinée et n'ont jamais une peau lisse, comme on l'a dit quelquefois), de telle sorte qu'on en rencontre parfois qui sont presque assimilables, sous ce rapport, aux insectes des galles.

» La distinction entre les deux types ne peut être établie ni par la différence de taille, ni par l'état plus ou moins verruqueux ou chagriné de la peau. La présence chez lui, l'absence chez l'autre de tubercules particulières constitueront-elles un meilleur caractère? Les tubercules sont des points où la peau de l'animal est saillante et se relève en formant de petites bosses noires très-nettes ; ils sont disposés transversalement par six sur la partie dorsale du thorax, par quatre sur le reste du corps et sont visibles à l'aide d'une loupe très-faible ou même à la vue simple. On n'en trouve pas trace sur les individus des galles et sur bon nombre d'insectes des racines.

» L'origine de ces verrues noires est facile à reconnaître au microscope. Ce sont des points où la peau a pris une teinte plus foncée ; les boursouflures et les plis qui produisent l'aspect chagriné y sont comme groupés autour d'un ou plusieurs petits poils très-courts. Cela se voit aisément sur les mues abandonnées par les insectes tuberculeux et notamment par les nymphes qui sont toutes munies de tubercules. Or, en examinant avec attention la peau des insectes des galles sur des individus rendus transparants par l'action des réactifs, on remarque, à la surface, de petits poils disposés en ligne comme chez l'insecte tuberculeux. Ces poils dépassent à peine les boursouflures de la peau, mais on peut cependant les mettre en évidence. Ils occupent la partie moyenne des anneaux et s'aperçoivent surtout sur le contour ; ils y correspondent aux tubercules marginaux. Ainsi toute la différence provient de ce que, dans les individus tuberculeux, la portion de la peau qui entoure ces poils prend une teinte plus foncée ; c'est vraisemblablement une question d'épaisseur de la membrane. Chez les individus des galles, ce sont les pattes et les antennes qui prennent surtout cette teinte foncée.

» Ce qui montrera encore que l'importance des tubercules des Phylloxéras a été exagérée, ce sont les deux faits suivants :

» 1° Quand on observe entre deux lames de verre, c'est-à-dire dans un liquide et non plus à sec, par lumière transmise et non par éclairage direct les Phylloxéras tuberculeux, les tubercules deviennent presque indistincts et difficiles à mettre en évidence ; ils représentent donc une modification extérieure qui disparaît aisément ;

» 2° Quand un individu tuberculeux se dépouille de son enveloppe et vient à muer, il apparaît aux regards *complétement dénué de tubercules*. J'ai plusieurs fois observé ce fait (qui n'est pas sans importance dans la critique du double type), et j'en suis positivement sûr.

» Ces individus, non tuberculeux, sont alors d'une belle couleur jaune soufre ou jaune d'or; leur forme est spéciale. Ce sont peut-être eux que MM. Planchon et Lichtenstein citent à la page 24 de leur dernière brochure (*Le Phylloxera de* 1850 *à* 1853; *résumé pratique et scientifique*). Comme ces insectes ne sont pas adultes, puisqu'ils viennent de subir une mue, cela explique pourquoi ils n'ont pas d'œufs dans le corps. Quant à leur agilité, c'est un phénomène temporaire qu'on observe après chaque mue, et qui ne contribue pas peu à rendre difficile l'étude d'un seul et unique individu, depuis sa naissance jusqu'à la ponte. Telle serait l'interprétation de ces individus problématiques encore.

» Disons, du reste, que ces insectes ne demeurent pas longtemps avec leur couleur éclatante; ils deviennent rapidement jaune verdâtre, puis jaune brun; dans cette transformation, les tubercules apparaissent de nouveau, mais plus ou moins nettement.

» Quant au changement par la mue d'un insecte tuberculeux en un autre qui ne l'est pas, cela a lieu d'une façon normale pour les individus ailés; ils proviennent de nymphes toutes tuberculeuses, et sont eux-mêmes dénués de tubercules. Le même fait s'observe sur le Phylloxéra du chêne, et là les tubercules acquièrent un bien autre développement que chez le Phylloxéra de la vigne, sans avoir probablement plus d'importance. Le parasite du chêne fournirait des preuves encore plus saisissantes de la thèse que je soutiens. Je me contenterai de dire brièvement que cet insecte, qui n'est encore connu qu'à l'état foliicole, est, sous cette forme, dénué de tubercules, à Paris, tandis que, dans les départements méridionaux, dans la Gironde, dans l'Hérault par exemple, il est hérissé de tubercules très-développés, qui ressemblent à de petites sphères échinées terminant une portion conique. Ainsi, dans le genre Phylloxéra, la modification, qui, à l'œil, semble considérable, n'a probablement pas une valeur aussi grande que celle qui a lieu, dans la même génération, de la nymphe à l'individu ailé.

» Mais une différence capitale entre le type mère et le type tuberculeux, d'une importance tout autre que les précédentes, serait celle que donne en dernier lieu le D[r] Signoret. Selon lui, l'insecte, pour arriver à l'état de type mère, changerait de peau en devenant adulte, non pas trois fois, comme le type tuberculeux, mais *deux fois* seulement. De son huitième temps au neuvième, aurait lieu la première mue; du neuvième au dixième, la deuxième mue. Il dit alors que « cette larve possède deux articles aux » tarses et prend tout l'accroissement nécessaire pour arriver à l'état par-

» fait et pondre : c'est notre type mère » ; et il ajoute en note que « le type » mère, renfermé dans les galles, est complétement identique. »

» Or, en étudiant avec soin les galles, j'y ai trouvé *trois* dépouilles de l'insecte, constituant les enveloppes quittées dans les trois mues. L'une d'elles, la plus pâle, est celle de la larve jeune, dépouille facilement reconnaissable aux antennes et aux pattes munies de longs poils; une deuxième présente un seul article aux tarses, et la troisième possède deux articles aux tarses. Ces trois mues ont été trouvées dans des galles ne contenant qu'un seul et unique insecte. J'avais déjà, l'année dernière, au mois de septembre (*Comptes rendus*, t. LXXV, p. 638) signalé l'existence dans les galles de ces mues au nombre de trois.

» Ainsi, sur le type mère, se retrouvent les rudiments des tubercules, et, dans l'un et l'autre type, le nombre des mues est le même. S'ils ne doivent pas être considérés comme identiques, ils sont moins dissemblables au point de vue morphologique que ne le pensait le Dr Signoret.

» On lit dans la Note citée que les individus tuberculeux ne se rencontrent que du 15 juillet au 15 septembre; or on en observait déjà le 1er mai sur de grosses racines récoltées à Montpellier. Ces individus me furent montrés par M. Dumas, à son laboratoire de l'École centrale.

» Enfin, selon M. Signoret, c'est après la troisième mue que les insectes prennent des tubercules; cela n'est pas exact non plus. On rencontre des Phylloxéras tuberculeux avant la troisième mue [le dessin ci-joint le prouve (1)], avant la deuxième aussi; j'ai même observé des jeunes qui présentaient avec évidence des commencements de tubercules. Je reviendrai plus tard sur cette question.

» En résumé, ces deux types, le type mère et le type tuberculeux, identiques à l'état jeune, n'offrent pas, à l'état adulte ou dans leur développement, des différences aussi considérables que l'affirme le Dr Signoret. Le polymorphisme semble donc être plus apparent que réel; cela n'empêche pas cependant qu'il existe entre eux, au point de vue des mœurs et dans la manière dont ils se nourrissent aux dépens des vignes, une différence considérable; mais il faut peut-être attribuer les variations de l'insecte à une simple modification de nutrition. »

---

(1) Ce dessin représente un individu dénué de tubercules, qui vient de dépouiller une peau tuberculeuse ; j'ai représenté les tubercules de cette peau, les pattes et les antennes qui donnent l'*âge* de l'insecte, c'est-à-dire le numéro d'ordre de sa mue.

M. **Gauban du Mont** adresse une Note relative à l'influence que pourrait avoir la culture du chanvre pour éloigner des vignobles le Phylloxéra.

M. **É. de Laval** adresse une Note relative à l'emploi du sulfure de carbone mélangé avec une huile végétale, et à l'emploi du sulfure de potassium, contre le Phylloxéra.

M. **Peyrat** adresse des documents relatifs à l'efficacité des produits qu'il a indiqués pour combattre le Phylloxéra.

Ces Communications sont renvoyées à la Commission du Phylloxéra.

M. **Penart** adresse une Lettre relative à son travail sur la richesse alcoolique des boissons.

(Commissaires précédemment nommés : MM. Boussingault, Balard, Cahours.)

M. **O. Tamin-Despalles** adresse un Mémoire sur le choléra.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

M. **L. Hugo** adresse une Note relative à la sphère considérée comme un équidomoïde.

(Commissaires : MM. Bertrand, Roulin.)

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la grandeur des variations du diamètre solaire.* Note de M. **Respighi** (1).

« La Note du P. Secchi (*Nouvelles recherches sur le diamètre solaire*, publiées dans les *Comptes rendus* du 28 juillet 1873) est trop complexe pour pouvoir être analysée et discutée en peu de mots dans ses différentes parties; par conséquent, en me réservant d'y répondre d'une manière détaillée dans une prochaine publication, je demande à l'Académie la permission de faire, pour le moment, quelques remarques relatives à quelques-unes des critiques présentées par l'illustre astronome sur mon instrument et sur mes observations.

(1) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait insérée en entier au *Compte rendu*.

» Le défaut capital de mon instrument serait, suivant le P. Secchi, la faiblesse de la dispersion des prismes, à laquelle il attribue la production, dans le bord de l'image spectrale du Soleil, des ondulations plus ou moins marquées que l'on obtient quand on observe à la lunette simple avec les verres colorés; de manière que, dans mon instrument, le bord solaire est ondulé et oscillant, tandis qu'il serait toujours tranquille et bien tranché dans l'instrument du P. Secchi, pourvu de prismes très-dispersifs.

» Si le P. Secchi avait donné la théorie de sa lunette à double combinaison spectroscopique, il serait parvenu sans doute aux conclusions suivantes :

1° Dans la lunette avec le prisme objectif, ces ondulations sont inévitables, si l'air n'est pas tranquille.

» 2° Dans la lunette avec le prisme à vision directe devant la fente du spectroscope, ces ondulations sont en grande partie effacées; non pas par effet de la dispersion des prismes, mais par une déformation produite dans l'image du bord solaire par la réfraction dans le prisme fixé devant la fente.

» Je crois que pas un astronome ne s'accordera avec le P. Secchi dans la supposition que les ondulations du bord solaire soient produites par des ondes atmosphériques, agissant séparément et successivement sur les rayons des différentes réfrangibilités, comme dans la scintillation chromatique des étoiles voisines de l'horizon. Tout le monde sait que l'oscillation du bord solaire à de grandes hauteurs, comme l'oscillation des étoiles pendant le jour, est produite par des réfractions extraordinaires plus ou moins sensibles, à cause de l'hétérogénéité et de la mobilité des masses atmosphériques, agissant à la fois sur les rayons de toutes réfrangibilités; tandis que la scintillation des étoiles voisines de l'horizon, pendant la nuit, est produite par de petites déviations ou réfractions momentanées, agissant séparément et successivement sur les rayons des différentes couleurs; réfractions produites par des ondes ou masses atmosphériques hétérogènes à de grandes distances de l'observateur, c'est-à-dire là où ces rayons sont plus ou moins séparés les uns des autres, à cause de la dispersion atmosphérique.

» Le spectroscope appliqué à la lunette, comme pour l'observation des protubérances, montre avec évidence que les ondulations du bord solaire sont simultanément formées par tous les rayons du spectre; car, en observant avec la fente tangente au bord, nous voyons se projeter sur le spectre atmosphérique des spectres linéaires complets, en correspondance au sommet de ces ondulations.

» Par conséquent, on doit considérer ces ondulations comme une partie intégrante de l'image solaire, et considérer comme vicieuse une lunette qui reproduit cette image dépouillée de ces apparences, de même que l'on devrait accuser d'imperfection une lunette qui nous donnerait l'image solaire parfaitement circulaire près de l'horizon, où elle est nécessairement aplatie, à cause de la réfraction atmosphérique.

» Dans l'instrument du P. Secchi, si l'on emploie le prisme objectif, comme les rayons lumineux sont réfractés et dispersés avant leur arrivée à l'objectif de la lunette, les images monochromatiques du Soleil ne sont point altérées dans leur forme, et, par conséquent, les différentes sections de ces images, reçues à travers la fente du spectroscope, sont développées par la dispersion du second prisme, de manière à former une portion plus ou moins étendue de l'image solaire, en correspondance avec la position de la fente sur le spectre diffus donné par le prisme objectif.

» Cette image spectrale, projetée sur le spectre fixe de la lumière diffuse par l'atmosphère, est l'image fidèle du disque solaire, lorsque la dispersion apparente du prisme objectif est égale à la dispersion effective du prisme du spectroscope; mais elle se présente allongée ou aplatie suivant que la première dispersion est plus ou moins inférieure à la dernière, et les taches et les facules sont, dans la même proportion, allongées ou aplaties, tandis que la chromosphère et les protubérances conservent leur forme régulière.

» Lorsque le bord solaire est oscillant ou ondulé, les oscillations et les ondulations doivent également se présenter dans l'image spectrale, et s'étendre à la partie du spectre correspondant à leur hauteur. Voilà ce que doit présenter l'instrument, suivant la théorie, et voilà ce que je vois dans ma lunette. Si l'air est tranquille, je trouve le bord solaire, près du point de contact avec la fente, bien tranché et tranquille; la raie C est bien détachée du bord et presque aussi intense que dans le spectroscope simple, et même, en ouvrant un peu la fente, je puis voir les jets et les filets de la chromosphère et les protubérances, mais moins bien qu'avec le spectroscope simple; j'ai pu quelquefois voir la raie C renversée même sur le disque solaire, à la distance de plus d'une minute du bord, dans le voisinage des taches; ce fait suffit pour prouver que, dans mon instrument, il n'y a pas défaut de dispersion.

» Mais si l'air n'est pas tranquille, le bord est ondulé et oscillant, et la raie lumineuse C est plus ou moins noyée dans les ondulations. La dispersion apparente de mon prisme objectif étant à peu près dans le rapport de 2 à 3 avec la dispersion du prisme du spectroscope, l'image solaire, les

taches et les facules sont allongées dans la même proportion, quoique bien distinctes et bien définies. Cette circonstance ne permettrait pas d'employer cet instrument pour dessiner les accidents de la surface solaire, mais elle est très-utile pour les observations de la durée du passage du diamètre du Soleil, car elle augmente le grossissement de la lunette spectroscopique dans le rapport de 3 à 2, sans produire aucune altération dans la durée cherchée, ce qui rend plus facile et plus sûre l'observation des contacts des bords solaires avec les raies spectrales.

» Cet allongement de l'image solaire doit exister aussi dans la lunette du P. Secchi, s'il emploie un spectroscope très-dispersif, la dispersion de son prisme objectif étant bien limitée.

» Le P. Secchi, avec le prisme objectif, trouve une grande différence entre les apparences du bord observé sur la raie C, à l'extrémité de l'image spectrale formée sur la fente, et celle de l'autre bord, qui tombe sur une partie presque blanche de cette image; dans le premier bord, la raie C est très-bien détachée de ce bord et parfaitement séparée, tandis que, dans le second bord, la raie C est à peine visible, et se perd au milieu de l'agitation atmosphérique dont ce bord est entouré, pendant que l'autre est très-tranquille.

» Dans mon instrument, je trouve les deux bords de l'image solaire dans les mêmes conditions, ou de tranquillité ou d'agitation, avec cette seule différence que le premier est plus vif que l'autre, et que la raie C de la chromosphère est plus intense dans le premier que dans le second, à cause de la lumière réfléchie sur ce dernier par le prisme du spectroscope, et non pas par la lumière vive ou blanche tombant sur la fente, dont les rayons, dispersés par le même prisme, suivent chacun leur marche et viennent former un spectre très-pur, lorsque la fente est suffisamment rétrécie. Dans mon instrument, on peut très-facilement se débarrasser de cette lumière diffuse, qui n'est pas rouge, mais verte, en employant un verre rouge peu absorbant, avec lequel on peut voir la raie C également intense dans les deux bords, également séparée du bord de l'image solaire.

» Cette combinaison spectroscopique, quoiqu'elle donne les raies principales de la chromosphère et des protubérances suffisamment intenses, les taches et les facules suffisamment distinctes, ne peut pas faire concurrence au spectroscope simple et à la lunette simple dans l'étude de ces objets; car, dans ces derniers instruments, les observations sont certainement plus faciles et plus sûres.

» Cette conclusion est encore mieux applicable à la seconde combinai-

son spectrale du P. Secchi, c'est-à-dire à celle du prisme à vision directe, appliqué devant la fente du spectroscope, car elle ne peut donner que des images plus ou moins déformées.

» Le prisme à vision directe ne fait pas converger les rayons homogènes, provenant de chaque point du Soleil, en un foyer commun, mais d'abord sur une ligne focale parallèle au plan de dispersion, et, plus loin, sur une ligne focale perpendiculaire à ce plan; par conséquent, si l'on fixe la fente du spectroscope sur la première ligne focale, où l'image monochromatique de chaque point du Soleil est transformée en une ligne parallèle au plan de dispersion, le bord solaire tangent à la fente est nécessairement diffus; si on le fixe sur la seconde ligne focale, où l'image de chaque point est transformée en une ligne parallèle à la fente, le bord solaire à cet endroit se présente bien tranché; mais, dans les deux cas, l'image du bord solaire et celles des facules, des taches et des protubérances sont nécessairement déformées.

» Probablement le P. Secchi observe au second foyer, car c'est là seulement que le bord solaire est bien terminé et peu oscillant, parce que les ondulations sont en partie effacées, et en partie confondues avec le bord; cependant, de cette manière, on n'observe pas le bord vrai du Soleil, mais un bord artificiel ou fictif, et, même dans ce cas, le bord devient oscillant et agité lorsque l'agitation atmosphérique est assez marquée.

» Le P. Secchi a expérimenté cet instrument dans l'observation de l'éclipse solaire du 25 mai 1873 : malgré un succès complet, malgré la commodité plus grande de cet appareil pour les observations, malgré sa construction plus simple et moins coûteuse, il a cru devoir engager les astronomes qui seraient disposés à se servir de son instrument, pour l'observation du passage de Vénus, à donner la préférence au prisme objectif, parce que les prismes à vision directe absorbent trop de lumière et sont sujets à des avaries. Ce conseil bien tardif du P. Secchi prouve qu'il n'a pas été complétement satisfait de son observation, et je crois qu'on doit l'attribuer bien moins à l'absorption du prisme qu'à l'indécision du bord lunaire et à la déformation du bord solaire. C'est ainsi, je crois, qu'on doit expliquer aussi la différence entre les résultats de cette observation et ceux que j'ai obtenus par un moyen plus sûr, celui du spectroscope simple à fente élargie, avec lequel j'ai observé cette éclipse.

» Il est certain que, dans les relations du P. Secchi sur l'observation de cette éclipse, il y a des circonstances qui ne peuvent pas s'accorder avec le

mouvement relatif de la Lune et du Soleil aux moments des contacts ; car, pour les expliquer, il faudrait supposer que ce mouvement était assez rapide, tandis qu'il est incontestable que, pour nous, la Lune ne s'approche du Soleil qu'en raison de 1 seconde d'arc en 8 secondes de temps. Par exemple, le P. Secchi assure que, 47 secondes après le dernier contact, la Lune avait déjà franchi toute la hauteur de la chromosphère à la distance de 15 secondes, tandis qu'elle n'aurait pu franchir cet espace que dans un temps supérieur à 2 minutes.

» Je regrette de ne pouvoir pas, dans cette Note, entrer dans les détails de la théorie de cet instrument : j'espère que ce qui précède suffira pour prouver que les assertions du P. Secchi sur les imperfections de mon instrument ne sont pas fondées, et que je ne mérite pas le reproche de témérité pour avoir cherché à vérifier, avec mon instrument, les résultats obtenus avec la grande lunette du Collége romain; si j'ai contesté la vérité de quelques-uns de ces résultats, je crois l'avoir fait, non pas d'après de simples assertions, mais par de nombreuses et consciencieuses observations.

» J'espère que l'Académie, en vue de l'importance de la question soulevée par le P. Secchi, relativement à la grandeur du diamètre solaire et à ses variations, me permettra de discuter, dans une seconde Note, les objections présentées contre les résultats de mes observations, et d'établir la vérité de mes conclusions par les résultats de plusieurs séries d'observations, que j'ai voulu exécuter avant de répondre à la Note de l'illustre Directeur de l'Observatoire du Collége romain. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur le fonctionnement de l'appareil respiratoire après l'ouverture de la paroi thoracique.* Note de MM. G. **Carlet** et I. **Straus**, présentée par M. Milne Edwards.

« Une question souvent débattue en Médecine est celle de l'opportunité de l'opération de l'empyème, dans les cas d'épanchements purulents de la plèvre. Les dissidences qui se manifestent encore tous les jours à cet égard tiennent, sans aucun doute, à ce que les phénomènes physiques qui se passent dans l'appareil pulmonaire, à la suite de cette opération, n'ont pas été soumis au contrôle des procédés exacts de la méthode expérimentale.

» La question à résoudre est celle-ci : après l'ouverture de la plèvre, le poumon reste-t-il immobile, ou se meut-il dans une certaine mesure? Les recherches que nous présentons à l'Académie ont été entreprises dans le

but d'éclairer ce point de physique médicale, et nous avons eu recours à l'emploi de la méthode graphique.

» Le sujet de nos expériences a été un malade que nous avons observé, à l'Hôtel-Dieu, dans le service de M. le professeur Béhier. C'était un homme de trente ans, entré à l'hôpital pour une pleurésie purulente, qui nécessita l'opération de l'empyème. Trois mois après, au moment de nos expériences, cet homme présentait encore un trajet fistuleux, de la grosseur du petit doigt, par lequel on pouvait faire pénétrer dans la plèvre environ un tiers de litre de liquide. L'état excellent dans lequel le sujet se trouvait alors lui a permis de se livrer, sans aucune fatigue, aux explorations dont il fut l'objet.

» Le malade était assis auprès d'une table, sur laquelle se trouvaient des tambours à levier et un cylindre enfumé constituant l'appareil enregistreur. Deux pneumographes (1) de Marey et un tube de caoutchouc à parois épaisses servaient d'appareils explorateurs. Les pneumographes étaient appliqués sur la cage thoracique, au niveau de la fistule, ou de chaque côté, et le tube de caoutchouc était introduit dans la cavité pleurale par l'ouverture thoracique, qu'il obturait parfaitement. Les choses étant ainsi disposées, le malade pouvait respirer librement ou tousser sans difficulté. C'est dans ces conditions que nous avons obtenu les tracés ci-contre :

» La courbe A est fournie par le tube intra-pleural; la courbe B est le tracé des mouvements de la paroi thoracique du côté sain, et la courbe C celui des mouvements de la paroi malade.

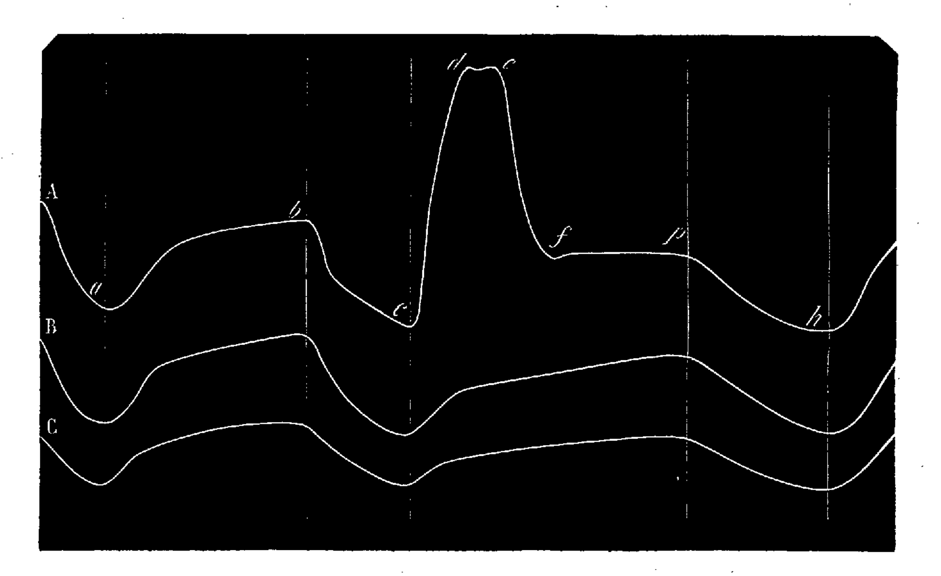
» Dans tous ces tracés, jusqu'à la rencontre de la ligne verticale *c*, le sujet en expérience respire tranquillement. De *c* en *f*, il tousse, et, à partir de ce dernier point, la respiration redevient calme. Il faut aussi noter que, de *c* en *h*, le cylindre est animé d'un mouvement de rotation un peu plus rapide, pour donner plus de développement au tracé de la toux, qu'il était important d'analyser avec soin.

» Dans les deux courbes B et C, les parties ascendantes correspondent à l'expiration et les descendantes à l'inspiration. Le parallélisme de ces courbes montre que les deux parois thoraciques se comportent de la même manière, à l'amplitude près, celle-ci étant moindre que le côté malade.

» Si nous examinons maintenant le tracé A, nous voyons que, de A en *a*, c'est-à-dire pendant l'inspiration, il se produit une aspiration dans la

(1) Appareil enregistreur des mouvements de la cage thoracique.

cavité pleurale, tandis que, de *a* en *b*, pendant l'expiration, c'est une soufflerie qui a lieu, de dedans en dehors, par l'ouverture thoracique. En d'autres termes, pendant la respiration normale, l'air contenu dans la plèvre se comporte, vis-à-vis de la fistule thoracique, comme l'air contenu dans le poumon sain vis-à-vis de l'ouverture de la glotte.



» Il suit de là que, si l'ouverture thoracique est fermée, il y aura dilatation de l'air pleural et, par suite, tendance au développement du poumon pendant l'inspiration, tandis que, au contraire, pendant l'expiration, il y aura compression de cet air et tendance au resserrement du poumon. Cette double tendance existe aussi, mais à un moindre degré, quand la plèvre est ouverte, ainsi qu'on peut s'en convaincre au moyen d'un appareil schématique. Mais voyons si, chez notre malade, le poumon obéira aux forces qui agiront, soit pour le dilater, soit pour le rétracter.

» Si l'on ordonne au malade de tousser, on observe, pendant l'effort qui précède la toux, une ascension très-brusque, *cd* de la courbe A, puis, au moment où se produit la toux, une descente également très-brusque *ef*. L'ascension n'est pas produite par le seul mouvement d'abaissement de la cage thoracique, car alors elle ne dépasserait pas le niveau *b* de la courbe *abc*; elle prouve donc que le poumon s'est développé. Quant à la descente, elle se produit aussi pendant l'expiration et montre que le poumon revient sur lui-même; car, s'il n'en était pas ainsi, il y aurait ascension et non descente de la courbe.

» Nous avons donc maintenant la preuve certaine que, après l'opération de l'empyème, le poumon peut se dilater et se rétracter; il obéira, par conséquent, aux tendances que nous avons signalées.

» Il semble, au premier abord, paradoxal que le poumon malade se développe, pendant l'expiration, immédiatement avant la toux; mais, à ce moment, le malade fait un effort, et, par suite de l'occlusion de la glotte, l'air contenu dans les poumons ne peut trouver une issue. Comme le mouvement d'expiration s'exerce surtout du côté sain, cet air est refoulé en partie dans le poumon malade. Ce dernier se développe alors brusquement, et c'est à ce développement qu'est due la différence de niveau *db*. La ligne horizontale *de* correspond au moment où, la glotte restant fermée, le poumon a atteint son volume maximum. En *e*, la glotte s'ouvre brusquement et la toux se produit. Le poumon revient alors sur lui-même, d'abord très-rapidement de *e* en *f*, puis très-lentement de *f* en *p*, et, à partir de ce point, l'inspiration recommence.

» L'auscultation permettait d'entendre très-nettement le murmure vésiculaire du côté malade; mais ce signe ne peut avoir de valeur qu'autant qu'on a démontré les mouvements du poumon. Ceux-ci étant prouvés, l'auscultation confirme les conséquences du tracé.

» En résumé, après l'ouverture de la paroi thoracique :

» 1° Le poumon du côté lésé suit, dans une certaine mesure, les mouvements de la cage thoracique, se développant pendant l'inspiration et se rétractant pendant l'expiration; il se comporte donc, à l'amplitude près, comme le poumon sain.

» 2° Pendant l'occlusion de l'ouverture thoracique, il y a exagération des phénomènes précédents, et, par suite, on devra, après l'opération de l'empyème, tenir la plaie fermée, aussi hermétiquement que possible, au moyen d'un appareil en caoutchouc.

» 3° Les efforts répétés, après l'opération, constituent une sorte de gymnastique pulmonaire que le médecin pourra utilement employer. »

ZOOLOGIE. — *De la classification des Poissons qui composent la famille des Triglides* (*Joues-cuirassées* de Cuvier et Valenciennes). Note de M. **H.-E. Sauvage**, présentée par M. E. Blanchard.

« Le groupement si différent des genres qui constituent la famille des Joues-cuirassées de Cuvier et Valenciennes prouve surabondamment que les caractères admis pour les familles ou les sous-familles entre les-

quelles ont été répartis ces poissons (1) sont complétement artificiels et arbitraires; c'est ainsi que les divers groupes sont établis d'après la nature des téguments, la longueur plus ou moins grande de l'anale comparée à la dorsale molle, les rapports des deux dorsales entre elles, etc. Des travaux relatifs à la classification des collections ichthyologiques du Muséum, dont M. le professeur Blanchard a bien voulu me charger, m'ont conduit à une recherche des affinités naturelles qui existent entre les espèces du groupe des Joues-cuirassées; c'est la conclusion de ce travail que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie.

» Par l'examen du crâne, on reconnaît deux types différents. Dans le premier groupe, qui comprend les *Trigles*, *Prionotus*, *Peristhedion*, *Dactylopterus*, *Cephalacanthus*, vrais types des Joues-cuirassées, la joue est entièrement recouverte par les sous-orbitaires s'articulant en avant avec le museau, en arrière avec presque toute l'étendue du préopercule. Dans le second groupe, au contraire, *Scorpène*, *Sébaste*, *Pterois*, *Cotte*, *Platycéphale*, la partie supérieure seule de la joue est protégée, et les sous-orbitaires forment une bande osseuse étendue en travers du museau au préopercule.

» Dans ce dernier groupe, les Scorpènes et les Cottes, le vomer donne une branche supérieure ou manche qui se voit entre le prolongement des frontaux et des branches internes des intermaxillaires. Chez les Trigles, il n'en est pas ainsi : on remarque, recouvrant le vomer comme un toit, une large plaque unique formée par la soudure des nasaux, et, comme l'ont fait observer Cuvier et Valenciennes, le museau est constitué par la soudure immobile des frontaux antérieurs, des nasaux, de l'extrémité antérieure de l'ethmoïde et même du vomer. Nous ne retrouvons jamais cette fusion intime chez les Scorpènes. Dans les Péristhédions, la plaque a les mêmes rapports généraux que chez les Trigles. Dans les Dactyloptères, chez lesquels le museau est tronqué, la plaque recouvre complétement les branches montantes des intermaxillaires et se met en rapport avec l'extrémité des préorbitaires; on doit noter qu'une fente assez large sépare cette plaque des frontaux antérieurs.

» Pour ce qui est de la terminaison de la colonne vertébrale, les carac-

(1) M. Günther admet quatre sous-familles : les *Heterolepidini*, les *Scorpænina* (*Sebastes*, *Scorpæna*, *Pterois*, *Apistes*, *Minous*, *Pelor*), les *Cottina* (*Cottus*, *Platycephalus*, *Trigla*), les *Cataphracti*. Ces sous-familles sont élevées au rang de familles par MM. Swainson et Girard. Les familles de M. Jenys sont : *Triglidæ* (*Trigla*, *Prionotus*), *Cottidæ* (Aspidophores, Platycéphales, Cottes), les *Scorpænidæ* (Sébastes, Scorpène).

tères fournis par celle-ci ne paraissent pas correspondre à ceux fournis par le crâne. Dans le groupe des Scorpènes, les genres Sébaste, Scorpène, Ptérois présentent une terminaison identique de la colonne vertébrale, tandis que chez les Cottes, qui, par leur crâne, ne peuvent en rien être séparés des Scorpènes, la colonne vertébrale est construite et terminée tout différemment. Le genre Platycéphale, que nous verrons constituer un petit groupe distinct, tend, par la colonne vertébrale, vers le type des *Cataphracti*. Quant au type Trigle (*Trigla*, *Prionotus*), quoique par le crâne il soit du type *Cataphracti*, par la colonne vertébrale il est un type à part, aussi distinct du type Scorpène et du type Cotte que du type *Cataphracti* (*Peristedion cataphractum*, *Agonus cataphractus*, *Cephalacanthus spinarella*, *Dactylopterus volitans*).

» Chez les Trigles, on remarque sur la moelle épinière, en arrière du *calamus scriptorius*, de quatre à six tubercules ganglionnaires, tandis que rien de semblable ne s'observe chez nos Scorpènes (*S. scrofa*, *porcus*), ni chez nos Cottes (*C. gobio*, *bubalis*, *scorpius*), d'après M. Em. Moreau. Les Trigles ont les branchies doubles et cinq fentes branchiales; les Cottes et les Scorpènes, trois branchies entières et une demi-branchie; il y a donc seulement quatre fentes branchiales, le quatrième arc branchial envoyant une membrane s'appliquer sur les parois de la chambre.

» Quoique ayant, dans la disposition générale des os du crâne, de nombreux rapports avec les *Scorpæni*, les Platycéphales s'en éloignent toutefois trop, par la disposition de leur bassin, pour qu'on ne doive pas les distinguer. Chez les *Scorpæni*, le bassin est constitué par deux os intimement soudés l'un à l'autre, venant s'intercaler par la pointe entre l'extrémité de l'arc pectoral et formant une tige médiane qui supporte les ventrales placées l'une contre l'autre. Chez les Platycéphales, il n'en est plus ainsi: les deux os du bassin sont largement séparés, de sorte que les ventrales sont très-écartées l'une de l'autre; par son extrémité, l'os du bassin vient se mettre en contact avec l'humérus; à son extrémité postérieure, chaque os du bassin fournit une branche transverse qui se met en rapport avec une branche fournie par l'os du côté opposé.

» Ceci étant, les trois groupes ou tribus que l'on peut admettre se caractériseront ainsi (1) :

(1) Il faut séparer des Joues-cuirassées les Épinoches, qui, d'après les travaux de MM. Blanchard et Günther, constituent une famille à part; les Monocentres, qui rentrent dans la famille des *Berycidæ* de M. Günther; l'*Oreosoma* qui, d'après les travaux de M. Lowe, doit se placer parmi les *Scomberidæ*, à côté des *Zeus* et des *Cyttus*.

« I. Scorpænidæ : Dentition faible, dents en velours, pas de canines. Sous-orbitaires s'articulant d'une manière mobile avec le préopercule, ne couvrant jamais toute la joue; os nasaux libres et petits. Peau, ou nue ou revêtue d'écailles, parfois épineuse, jamais cuirassée. Ventrales thoraciques supportées par un os du bassin long, les deux os étant en contact et soudés. Des pseudobranchies : trois branchies entières et une demi-branchie; quatre fentes branchiostéges. Pas de tubercules sur la moelle, en arrière du *calamus scriptorius*.

» A. *Scorpæni :* Corps revêtu d'écailles ordinaires (*Sebastes, Scorpæna, Pterois, Tænianotus*, groupe des *Apistes*).

» B. *Cottini :* Corps ou nu ou portant des écailles épineuses (*Hemitripterus, Synancidium, Synanceia, Minous, Pelor*, groupe des *Cottes, Icelus, Triglops, Polycaulus, Hemilepidotus*).

» II. Platycephalidæ : Tête aplatie et comme écrasée. Corps aplati antérieurement. Dentition faible, pas de canines. Deux dorsales; la première épine séparée des autres. Ventrales thoraciques, largement séparées; os du bassin jamais réunis ni soudés, laissant entre eux un très-grand intervalle (*Platycephalus*).

» III. Triglidæ : Sous-orbitaire, s'articulant d'une manière presque fixe, ou du moins à peine mobile avec le préopercule, et couvrant toute la joue. Nasaux soudés en grande plaque, couvrant la plus grande partie du museau. Ventrales thoraciques et réunies. Pseudobranchies; arcs branchiaux complets; cinq fentes branchiostéges. De quatre à six tubercules ganglionnaires à l'origine de la moelle.

» A. *Triglini.* 1er groupe, *Trigli :* corps revêtu d'écailles ordinaires (*Trigla, Lepidotrigla, Prionotus, Bembras*); 2e groupe : corps ayant des écailles et des plaques : *Hoplichthyi* (*Hoplichthys*).

» B. *Cataphracti.* 1er groupe : un interpariétal : *Dactylopteri* (*Dactylopterus, Cephalacanthus*); 2e groupe : pas d'interpariétal : *Peristhi* (*Agonus, Agonomalus, Peristhedion*). »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Recherches relatives à l'action de la chaleur sur le virus charbonneux.* Note de M. C. **Davaine**, présentée par M. Bouley.

« Dans ces dernières années, on s'est beaucoup occupé de l'étude de divers agents qui puissent détruire facilement les matières septiques ou les virus, et s'opposer ainsi au développement et à la propagation des maladies infectieuses ou contagieuses; mais généralement ces recherches n'ont point eu toute la précision désirable, parce qu'on ne possédait pas un moyen certain de constater si le virus avait été complétement détruit.

» Mes travaux sur la putréfaction et sur la maladie charbonneuse ont donné un moyen facile de reconnaître si les agents virulents qu'elles renferment ont été détruits par les diverses substances avec lesquelles ils ont été mis en contact. En effet, un cent millième ou même un millionième de goutte de sang contagieux injecté sous la peau d'un cobaye ou d'un lapin

suffit pour déterminer la maladie et la mort de ces animaux; ainsi de l'eau dans laquelle on introduit une quantité infiniment petite de sang charbonneux ou septicémique, et en même temps l'agent antiseptique que l'on veut expérimenter, déterminera la mort du lapin ou du cobaye auquel on en injectera une seule goutte, si l'agent antiseptique n'a pas détruit le virus. Je me propose de communiquer prochainement à l'Académie le résultat de mes recherches sur les substances antiseptiques; aujourd'hui je ne parlerai que de l'action de la chaleur sur le virus charbonneux.

» J'avais fait, il y a plusieurs années, sur cette question d'assez nombreuses recherches qui m'avaient donné des résultats contradictoires : c'est que le sang coagulé, introduit sous la peau des petits animaux[1], donne souvent lieu à des inflammations ou à des abcès qui s'opposent à l'absorption du virus; mais de l'eau contenant un cinq millième ou un dix millième de sang reste limpide sous l'action de la chaleur, et peut être injectée sous la peau, à la dose d'une ou de plusieurs gouttes, sans déterminer aucune inflammation locale qui s'oppose à l'absorption du virus qu'elle peut contenir.

» Si donc la chaleur tue le virus charbonneux, une goutte d'eau contenant un cinq millième ou un dix millième de sang charbonneux, injectée sous la peau d'un cobaye, n'aura aucune action sur cet animal; mais elle en déterminera la mort d'une manière certaine dès que le degré de chaleur sera insuffisant pour tuer le virus.

» J'avais reconnu, par ce procédé, que le virus de la septicémie n'est nullement détruit par une ébullition prolongée; mais il n'en a pas été de même pour le virus charbonneux. Des expériences successives, faites à des degrés de température sans cesse décroissants, m'ont amené à reconnaître qu'à 55 degrés C. le virus charbonneux est toujours détruit dans l'espace de cinq minutes. Il peut l'être encore par une température de 48 degrés C.; mais alors il faut qu'il soit soumis à cette chaleur pendant un quart d'heure au moins. A 50 degrés C., il suffit de dix minutes.

» Ce résultat, tout à fait inattendu, m'ayant fait reconnaître que le sang charbonneux perd ses facultés virulentes par une température qui ne le coagule pas encore, j'ai répété ces expériences avec du sang non mêlé d'eau; et, dans cette condition, le virus n'est détruit que par une température un peu plus élevée. Après un quart d'heure, il perd sa virulence à 51 degrés C.

» Le principe virulent du sang charbonneux est formé, comme on le sait aujourd'hui, par de petits végétaux de la famille des *vibrioniens*, que j'ai

appelés des *bactéridies*. Or, chez des animaux et chez des végétaux dits *ressuscitants*, chez les rotifères surtout, une température voisine de 100 degrés n'empêche pas la réviviscence, lorsque ces petits êtres ont été préalablement bien desséchés; elle les tue, au contraire, toujours lorsqu'ils sont humides. J'ai constaté que les mêmes facultés existent dans les bactéridies charbonneuses, car du sang rapidement desséché en présence du chlorure de calcium, puis soumis à une température de 100 degrés pendant cinq minutes, a tué les animaux auxquels il a été inoculé. Les bactéridies avaient donc, dans ces cas, conservé leur vitalité.

» Les travaux de M. Pasteur ont fait connaître que les petits végétaux filiformes qui se développent dans le vin et qui l'altèrent sont détruits par une température de 60 degrés C. à 70 degrés C., et c'est sur cette propriété qu'est fondé le procédé de conservation des vins par la chaleur.

» J'ai reconnu moi-même que des bactéries mouvantes, qui déterminent la pourriture de certains végétaux, sont tuées par une température de 52 degrés C. La pourriture qu'elles occasionnent dans les plantes grasses et qui les envahit complétement est arrêtée par l'exposition du végétal envahi à une température de 52 degrés C. à 55 degrés C., pendant une demi-heure. (*Dictionnaire des Sciences médicales*, art. BACTÉRIE, 1868).

» Ces faits m'ont porté à croire que l'on pourrait détruire de la même manière le virus charbonneux chez les animaux; mais les travaux de M. Cl. Bernard nous ont appris que les mammifères meurent instantanément lorsque leur sang acquiert une température de 45 degrés C.

» Toutefois, souvent le charbon est primitivement local, et c'est presque toujours le cas chez l'homme pour cette maladie, qui commence sous la forme d'une simple pustule (pustule maligne).

» Afin de reconnaître si une partie d'un animal peut être échauffée isolément jusqu'à 51 degrés C., j'ai fait sur l'oreille des lapins plusieurs expériences qui ont été toutes négatives. Sous l'influence de la chaleur, la circulation s'accélère beaucoup, et les tissus, traversés rapidement par le sang, n'acquièrent qu'un petit nombre de degrés de chaleur au-dessus de la normale. En suspendant la circulation par la compression des vaisseaux, j'ai obtenu de meilleurs effets, et même j'ai empêché le développement du charbon; mais assez souvent la partie de l'oreille dans laquelle le sang ne circule plus tombe en sphacèle. En comprimant la partie inoculée de l'oreille avec un corps dur et chauffé à 51 degrés C. pendant un quart d'heure, j'ai plusieurs fois empêché le développement du charbon. La circulation étant suspendue dans la partie comprimée, celle-ci s'échauffe

facilement au degré voulu; il ne reste à la suite qu'une légère inflammation qui se dissipe bientôt.

» J'ai reconnu que la pustule maligne chez l'homme est toujours superficielle au début; elle se produit sous l'épiderme, dans le corps muqueux de la peau, couche cellulaire tout à fait dénuée de circulation sanguine. La compression au moyen d'un corps dur, un marteau, par exemple, maintenu à une température de 51 degrés C., doit facilement faire pénétrer la chaleur dans toute l'épaisseur de la pustule et tuer par conséquent toutes les bactéridies qui s'y trouvent.

» Par un procédé que j'ai fait connaître à l'Académie de Médecine, j'ai produit à l'intérieur de la cuisse, chez des cobayes, des vésicules charbonneuses analogues à la pustule maligne et, quoique cet animal soit de tous le plus facile à tuer par le charbon, j'ai plusieurs fois, non toujours, arrêté les progrès de cette *pustule maligne* par l'application d'un fer chauffé à 51 degrés C. pendant un quart d'heure.

» L'application, sur la peau de l'homme, d'un fer chauffé à 51 degrés C. donne lieu à une cuisson très-tolérable et à une rougeur qui se dissipe en quelques heures. Je puis donc espérer qu'on trouvera là un moyen de guérir la pustule maligne, surtout au début. N'étant point douloureux et ne déterminant aucune plaie, il pourra être employé dans les cas douteux où le médecin hésite à pratiquer une opération très-douloureuse et qui laisse ordinairement des traces fâcheuses.

» Cependant, avant que j'ose conseiller l'usage de ce moyen de traitement, de nouvelles études sont nécessaires pour reconnaître toutes les conditions qui peuvent en assurer le succès. »

BOTANIQUE FOSSILE. — *Sur le gisement de l'*Endogenites echinatus *qui fait partie de la collection de végétaux fossiles du Muséum*. Note de M. E. **Robert**.

» Les paléontologistes savent que le Muséum possède, dans ses galeries de Géologie, un magnifique échantillon d'*Endogenites echinatus*, trouvé à Vailly et donné par M. le vicomte d'Abancourt, alors qu'il était préfet de l'Aisne. Bien que l'on considère ce remarquable représentant de la famille des Palmiers comme provenant des sables supérieurs à argile plastique, il n'en était pas moins désirable de pouvoir contrôler son véritable gisement. C'est ce que j'ai entrepris avec le concours éclairé de Mlle L. R., qui a bien voulu me guider.

» Les collines qui bordent l'Aisne, entre Vailly et Soissons, sont presque

entièrement composées de sable ou de grès glauconifères, ce dernier devenant quelquefois quartzeux et lustré. Ces puissantes agglomérations siliceuses reposent sur les argiles plastiques à lignites pyriteux et supportent, à leur tour, un calcaire marin presque entièrement formé de nummulites ou de lenticulites avec nérites, tous ces mollusques devenant accidentellement siliceux lorsque la roche est pénétrée par du sable qui s'est substitué à la chaux; enfin des bancs puissants de calcaire marin grossier proprement dit, sur lesquels, avant le passage des eaux du grand cataclysme, devaient s'étendre des meulières ou des silex d'eau douce, dont on ne retrouve plus que des traces; de grandes assises de calcaire marin, disons-nous, disloquées par la violence des eaux diluviennes ou de soulèvement, et dont les interstices sont remplis de limon rougeâtre et de cailloux roulés, parmi lesquels il y a beaucoup de quartz primitif (quartzite), terminent la série des divers étages occupés par le terrain tertiaire dans ce que j'appellerai le bassin de Soissons.

» Ayant été sollicités (1) à examiner avec soin les végétaux fossiles qui couvrent les pentes rapides de l'une de ces collines, appelée, je ne sais pourquoi, *Calais*, et qui s'avance comme un cap vers l'ouest, entre les profonds vallons de Vauxcelles et de Sancy, nous ne tardâmes pas à rencontrer des débris de stipes de Palmiers, appartenant sans doute à plusieurs espèces. Nous ne savons pas s'ils sont du même âge que le grand Endogénite de Vailly, mais nous ne craignons pas d'affirmer que de véritables Palmiers partagent le gisement des arbres dicotylédonés, dont jusqu'à présent, que nous sachions, il avait seulement été fait mention dans les sables quartzeux glauconifères supérieurs à l'argile plastique. Nous croyons donc que c'est définitivement un fait acquis à la science. En effet, peut-on douter que toutes ces pseudomorphoses silicifiées (monocotylédonées et dicotylédonées) sortent des flancs de la colline susnommée, lorsqu'on en rencontre qui sont encore engagées dans une roche calcaréo-siliceuse? On peut remarquer, d'ailleurs, qu'il y a des échantillons de bois dicotylédonés encore revêtus de leur écorce rugueuse (silicifiée, bien entendu), et que d'autres sont remplis de térédos, tandis que rien de semblable ne s'observe

---

(1) Indépendamment du tronc de Palmier, qui était le point de mire de nos recherches, nous avions déjà été excités à les poursuivre (Mlle Wathely, savante conchyliologiste, était des nôtres dans cette circonstance), par la rencontre, dans les atterrissements de la vallée de l'Aisne, entre Chassemy et Ciry-Sermoise, de nombreux fragments de Palmier roulés, et surtout du tronc entier d'un Palmier, que nous rangeons provisoirement dans les *Palmiers acaules ou raccourcis en bulbe* de MM. Decaisne et Lemaout.

chez les Palmiers; mais la raison en est bien simple : ces derniers végétaux étant dépourvus d'aubier, les xylophages marins ne pouvaient que difficilement les attaquer.

» D'autres traces végétales du même terrain offrent peut-être aussi un grand intérêt : ce sont de nombreux moules de tiges de plantes qui ont dû être herbacées, et dont la surface corticale était couverte d'excroissances ou de tubercules très-rapprochés les uns des autres, comme on en remarque sur les tiges de certaines plantes grasses (Cactées) ou sur les fruits de plusieurs Cucurbitacés. »

HYGIÈNE. — *De l'influence des sulfates sur la production du goître, à propos d'une épidémie de goître observée dans une caserne à Saint-Étienne.* Extrait d'une Lettre de M. **Bergeret** à M. Boussingault.

« Depuis 1857, j'ai été conduit à attribuer la production du goître, à Saint-Léger et aux environs, à la présence du sulfate de chaux dans les eaux potables; j'ai publié un Mémoire à ce sujet, en 1865, dans la *France médicale*.

» En 1865, je visitai Saxon-les-Bains; là je pus vérifier que l'eau gypseuse était bien réellement la cause du goître. En effet, avant 1835, tous les habitants de Saxon étaient goîtreux ou crétins. Or, avant 1835, les habitants buvaient une eau qui coule sur un banc de gypse d'une étendue de 8 à 10 kilomètres, situé à 200 ou 300 mètres au-dessus du pays.

» Je transcris ici une analyse quantitative que M. le professeur Brauns, de Sion, a bien voulu faire d'une eau que j'ai prise moi-même dans le torrent de la *Saugonaille*, au moment où elle sort, en jet, du banc de plâtre.

» M. Brauns dit : « L'eau dont vous m'avez envoyé un échantillon contient, par litre » (1000 grammes), $1^{gr},88$ de substances fixes :

	gr
Sulfate de chaux................	1,02
Sulfate de magnésie..............	0,19
Etc. »	

» En 1835, les habitants de Saxon eurent l'heureuse idée d'amener dans leur village l'eau des *Mayens*, situés au-dessus du banc de plâtre. Depuis cette époque, le nombre des goîtreux a considérablement diminué; les enfants ne le sont plus, et, d'ici peu, la maladie aura probablement disparu.

» J'arrive maintenant au goître épidémique de la caserne de Saint-Étienne. Il y en a aujourd'hui plus de deux cent cinquante cas. Ici l'eau n'y est pour rien, car la ville a l'eau la plus pure que l'on puisse imaginer; elle est trop

pure; elle ne précipite ni par les sels de baryte, ni par ceux d'argent, ni par l'ammoniaque, etc.; les photographes s'en servent comme d'eau distillée; c'est de l'eau de pluie qui coule sur les roches primitives du mont Pilat. La cause de production du goître me paraît être ici l'excès des sulfates mis en circulation dans le sang par une détrophie musculaire exagérée, qui a l'exercice forcé pour cause. En effet, pour que la santé d'un adulte soit bonne, il faut que tous les jours, à la même heure, il ait le même poids, ainsi que le fait remarquer M. Chevreul dans sa *Méthode a posteriori* (p. 245). Ceci veut dire qu'il faut que les éléments anatomiques, les tissus, les organes, en un mot, reçoivent des principes assimilables en poids égal à celui qu'ils détruisent incessamment, pour entretenir la chaleur animale et pour produire le travail mécanique qu'on leur impose. Si la recette n'égale pas la dépense, il y a consomption, anémie. C'est ce qu'on observe sur les soldats goîtreux de la caserne, qui sont soumis à un travail exagéré et qui n'ont pas une alimentation en rapport avec la force qu'ils dépensent. Il y a là un phénomène qui présente une certaine analogie avec ce qui s'est passé chez les ouvriers français lors de la construction du chemin de fer du Nord, et plus tard dans l'usine Talabot, dans le Tarn.

» D'un autre côté, on sait que, lorsqu'un muscle travaille avec force et continuité, ou lorsqu'il est soumis un certain temps à l'action d'un courant électrique continu, ce muscle, en brûlant sa propre substance, devient acide, et que les acides produits sont l'acide sulfurique et l'acide phosphorique, aux dépens du soufre et du phosphore que renferment les principes albuminoïdes. Dans les conditions de travail exagéré, un homme a donc en circulation dans le sang une quantité anormale de sulfates, absolument comme s'il buvait des eaux plâtreuses.

» C'est ce qui a lieu chez les soldats goîtreux de la caserne. M. le docteur Plaisant, un des médecins militaires, a eu l'obligeance de me donner, à plusieurs reprises, de l'urine des soldats goîtreux : 1° urine de soldats dont le goître débutait; 2° urine de soldats dont le goître était à la période d'état; 3° urine de soldats convalescents de goître. Pour la même quantité d'urine, dans tous les cas, j'ai mesuré, dans un long tube gradué, la quantité de précipité obtenu avec le chlorure de baryum. L'urine était toujours prise le matin, à jeun :

1° Urine normale	8 à 10 divisions.
2° Urine du goître au début	17 à 30 divisions.
3° Urine de la période d'état	19 à 35 divisions.
4° Urine des convalescents	10 à 15 divisions.

» Ainsi c'est à la période d'état que la quantité des sulfates est maximum; il y en a 3 à 4 fois plus qu'à l'état normal. C'est ensuite l'urine du début, puis celle des convalescents.

» De l'ensemble de ces faits il semble résulter que le goître se développe, soit que les sulfates viennent du dehors, avec l'eau ingérée, soit qu'ils naissent dans l'organisme par désassimilation exagérée des muscles.

» Dans le goître épidémique, le traitement se déduit rationnellement des causes : repos, toniques à l'intérieur et à l'extérieur; réparations sanguines, fer et chlorure de sodium; aliments d'épargne. Les iodures ne peuvent qu'être nuisibles au début et comme préventifs; ils ne doivent être employés qu'à la fin du traitement, si le goître ne cède pas spontanément. »

HYGIÈNE. — *Remarques de M. le baron* **Larrey**, *sur la Communication relative à la thyréoïdite aiguë, dite goître épidémique, chez les jeunes soldats.*

« Je demande à l'Académie la permission de lui soumettre quelques remarques au sujet de l'intéressante Communication que vient de faire M. le Secrétaire perpétuel, de la part de M. Boussingault.

» L'extrait de la Lettre de M. Bergeret, sur l'*épidémie de goître observée dans la caserne de Saint-Étienne,* comprend deux points essentiellement différents.

» L'un se rattache à un fait général bien reconnu, de l'influence des eaux potables mélangées de certains sels, comme les sulfates, sur la production du goître proprement dit. Je n'ai pas en vue ce point-là, ni par conséquent l'action des moyens, tels que les iodures, propres à diminuer ou même à neutraliser cette influence, en diminuant aussi ou en faisant disparaître la fréquence du goître endémique, uni ou non au crétinisme.

» Je chercherai encore moins à discuter l'hypothèse, peu admissible, à mon avis, du développement, en quelque sorte spontané, du goître par désassimilation organique de certains tissus; et, à cet égard, la compétence de notre éminent Secrétaire perpétuel M. Dumas semble, par un signe, confirmer mes doutes.

» Mais l'autre point de la Lettre qu'il vient de lire soulève une question encore nouvelle, et dont j'ai eu occasion de m'occuper, dans le cours de ma carrière militaire; je veux parler de l'engorgement thyréoïdien, appelé *goître épidémique,* chez les jeunes soldats. C'est surtout dans diverses inspections médicales que j'ai été à même d'en voir un assez bon nombre d'exemples, même chez les enfants de troupe, et j'ai pu rattacher la cause de la maladie à une cause non exclusive dans tous les cas, mais bien spéciale et absolument mécanique.

» Je veux parler de la pression locale, exercée au niveau même du corps thyréoïde par le bouton de chemise, par le col d'uniforme et par l'agrafe de la capote. L'irritation produite par cet effet mécanique ne tarde pas à provoquer l'irritation et le gonflement variables de l'organe glanduleux, ainsi que du tissu cellulaire ambiant, avec plus ou moins d'œdème. Cet engorgement, assez circonscrit, mais plus uniforme et toujours moindre que le goître proprement dit, persiste ou disparaît, suivant la continuité ou la cessation de la cause locale.

» Et si cette affection se manifeste, non-seulement chez quelques individus isolés ou à l'état sporadique, mais encore chez un certain nombre à la fois, elle ressemble alors, en effet, à un goître de forme ou d'apparence épidémique, dont la cause est souvent recherchée bien loin, tandis qu'elle peut se trouver en contact avec le cou lui-même, soumis en avant à une pression directe.

» Les effets, d'ailleurs, en deviennent plus marqués, si, par moment ou dans les intervalles du service, le cou, dégagé brusquement de toute entrave, est exposé à une suppression subite de transpiration, à des courants d'air ou à des ablutions et à des ingestions d'eau froide, ainsi que les soldats en ont la fâcheuse habitude dans les casernes.

» Mais la cause de constriction locale peut subsister toute seule, comme je m'en suis assuré, notamment, dans mon inspection médicale de 1864, à Lyon. J'y ai trouvé la plupart des enfants de troupe du 9ᵉ régiment de ligne, au nombre de quinze ou vingt, affectés de thyréoïdite aiguë plus ou moins développée, par l'effet seul de la compression due au col d'uniforme. Il a suffi d'en prescrire la suppression pour faire cesser le mal, sans avoir besoin de recourir à d'autres moyens thérapeutiques.

» Je n'ai pas seulement signalé cette influence toute mécanique, à propos du corps thyréoïde; je l'ai surtout observée, pendant longtemps, autrefois, comme d'autres médecins militaires, pour l'engorgement des ganglions cervicaux, et j'en ai fait l'objet d'un travail communiqué, en 1850, à l'Académie de Médecine (1).

» Or, sans faire intervenir les conditions générales suivant lesquelles se manifestent, par exemple, les engorgements scrofuleux du cou, sans préciser, non plus, les causes pathologiques, telles que les ulcérations de la bouche, de la langue ou de l'arrière-gorge, susceptibles de déterminer l'inflamma-

---

(1) *Mémoire sur l'adénite cervicale observée dans les hôpitaux militaires et sur l'extirpation des tumeurs ganglionnaires du cou.* (*Mémoires de l'Académie de Médecine*, t. XVI, 1851, 92 pages.)

tion aiguë ou chronique des ganglions cervicaux, nous avons constaté, par des faits multipliés à l'infini, lafréquence de cette affection dans l'armée par une cause exclusivement locale, la compression du cou, due surtout au col d'uniforme.

» J'ai plus particulièrement observé cet effet chez les jeunes soldats venus de la campagne, où ils avaient le cou nu, tout à fait à découvert, tandis qu'à peine incorporés dans la troupe ils se trouvaient astreints à porter un col roide, étroit ou serré, à la pression duquel s'ajoutait celle du bouton de chemise, de l'agrafe ou du collet même de la capote.

» La conclusion pratique de ce travail, à part les indications fournies par les causes générales, était de remédier à la cause locale par la suppression du col d'uniforme. Une décision du Ministre de la Guerre prescrivit de remplacer le col par la cravate, dans toute l'infanterie, et dès lors les engorgements glanduleux du cou sont devenus aussi rares qu'ils avaient été fréquents dans l'armée.

» Je crois donc, par analogie, que l'engorgement accidentel ou aigu de la glande et de la région thyréoïdienne requiert, avant tout, une mesure semblable, la recherche et la suppression de la cause locale de compression, sauf l'emploi réservé des moyens applicables aux causes générales et surtout à l'influence des eaux.

» Quant à la dénomination de *goître épidémique*, adoptée par quelques observateurs, je ne saurais l'admettre, pour les cas dont il s'agit, chez les jeunes soldats. Le goître proprement dit est une affection *sui generis*, tellement caractéristique dans son origine et son développement, que je ne puis lui assimiler une affection toute différente, aussi simple dans son étiologie que bénigne dans sa terminaison. C'est pourquoi je proposerais de substituer à cette dénomination celle de thyréoïdite simple ou aiguë, soit sporadique, soit même épidémique.

» Les faits nombreux observés à la caserne de Saint-Étienne, par les médecins de la garnison, et communiqués par M. Bergeret à M. Boussingault, tendraient peut-être à confirmer mes remarques à ce sujet, si, à part l'influence possible, mais générale, d'un exercice forcé ou même d'une alimentation insuffisante, on avait pu tenir compte des causes locales ou directes de la compression de la partie antérieure du cou, au niveau même de la glande thyréoïde. »

A 5 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 15 septembre 1873, les ouvrages dont les titres suivent :

Carte géologique détaillée de la France, exécutée, sur la carte topographique de l'État-Major, par le Service géologique des Mines, publiée par le Ministère des Travaux publics. Paris, Imp. nationale. Second envoi, comprenant :

Deux planches *Dn VI* et *Dn VII de la légende géologique générale ;*

Six feuilles au $\frac{80}{1000}$: *Rouen* (31), *Beauvais* (32), *Soissons* (33), *Évreux* (47), *Chartres* (64), *Châteaudun* (79) ;

Une planche de coupes longitudinales : *Pl. III* (annexe de la feuille 49) ;

Une planche de sections verticales : *Pl. IV* (annexe de la feuille 49) ;

Une planche de perspectives photographiques : *Pl. IV* (annexe de la feuille 48) ;

Deux planches de séries paléontologiques : *Pl. III* et *IV* (sables de Beauchamp) ;

Un cahier des explications de la feuille de Paris (48) ;

Un fascicule du Mémoire n° 1 : *Pays de Bray.*

Matériaux pour la Paléontologie suisse, ou Recueil de Monographies sur les fossiles du Jura et des Alpes, publié par F.-J. PICTET ; VIe série, 7e, 8e, 9e et 10e liv. Genève, Bâle, Lyon, H. Georg, 1873 ; in-4°, avec planches.

Sur la tension superficielle des liquides considérée au point de vue de certains mouvements observés à leur surface ; par G. VAN DER MENSBRUGGHE, second Mémoire. Bruxelles, F. Hayez, 1873 ; in-4°.

Chemin de fer d'Orléans. Service de santé. Instruction relative aux mesures à prendre pour se préserver du choléra et aux premiers soins à donner avant l'arrivée du médecin ; par le Dr T. GALLARD. Paris, imp. Poitevin, 1873 ; in-4°.

Que faut-il penser de nos institutions d'hygiène publique et de salubrité? par le Dr LEVIEUX. Bordeaux, Duverdier et Cie, 1873 ; br. in-8°.

De l'alimentation. Conférence faite à Lyon en mars 1868 ; *par* M. A. BÉCHAMP. Montpellier, typ. Boehm, sans date ; br. in-8°. (Extrait du *Montpellier médical.*)

(*La suite du* Bulletin *au prochain numéro.*)

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 6 OCTOBRE 1873,

PRÉSIDÉE PAR M. BERTRAND.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

HYGIÈNE DES HABITATIONS. — *Note sur les moyens à employer pour maintenir dans un lieu donné une température à peu près constante, et pour modérer dans la saison d'été la température des lieux habités;* par le général **Morin**.

« Il est parfois utile, pour des travaux scientifiques ou pour la conservation de quelques substances ou de certains appareils, de pouvoir maintenir, dans un local donné, une température aussi peu variable que possible.

» D'une autre part, lors de la saison d'été, dans les pays chauds et même dans nos climats, l'élévation de la température intérieure des habitations ou des lieux de réunion est une cause de malaise à laquelle il est désirable qu'on puisse porter remède.

» Je me propose, dans cette Note, d'indiquer des moyens simples et peu dispendieux de résoudre ce problème.

» Déjà, par l'adoption d'une disposition proposée par M. Tresca, à la section française de la Commission du Mètre, et exécutée en 1870 au Conservatoire des Arts et Métiers (1), on est parvenu, à l'aide d'un appareil réfrigérant à vaporisation d'éther, du système Tellier, à obtenir dans une

(1) *Procès-verbaux de la Section française;* 1869-1870, p. 24.

enceinte convenablement isolée la température constante de zéro, alors même que celle de l'air extérieur était de 25 degrés.

» Mais cette solution, si satisfaisante pour les expériences que la Commission du Mètre doit exécuter, exige l'emploi d'un moteur destiné à faire fonctionner plusieurs appareils, et ne pourrait, sans une dépense permanente notable et sans de grandes sujétions, être adoptée dans tous les cas.

» J'en ai recherché une autre plus simple, plus économique et d'un effet régulier, n'exigeant que fort peu de surveillance. Je crois l'avoir trouvée, en partant de l'observation des effets suivants.

» Depuis plusieurs années déjà, le cabinet de la direction du Conservatoire des Arts et Métiers, situé au rez-de-chaussée et exposé au midi, est, pendant les journées de grandes chaleurs, maintenu à volonté à la température de 20 ou 23 degrés, selon que celle de l'air extérieur est de 25 ou de 30 degrés.

» Il a suffi pour cela d'y déterminer, à l'aide de trois becs de gaz placés dans la cheminée, l'introduction de 500 à 600 mètres cubes d'air aspiré des caves par heure.

» A l'aide d'une disposition plus simple encore, le laboratoire de M. H. Deville, à l'École Normale, est également maintenu à la température de 23 degrés, quand celle de l'air extérieur est de 32 degrés : l'air des caves y afflue par le seul effet de l'aspiration naturelle qu'exerce la toiture vitrée, dont il suffit d'ouvrir quelques châssis.

» Je passe sous silence les résultats analogues obtenus en 1870 au Corps législatif, où l'air frais, venant de galeries souterraines, était déversé près de la voûte du plafond à 20 mètres au-dessus de son point d'entrée. Ces résultats ont été publiés dans les *Annales du Conservatoire des Arts et Métiers.*

» Ce que l'on obtient ainsi, à volonté, par le seul effet d'une aspiration, soit naturelle, soit artificielle, selon les cas, peut donc l'être aussi d'une manière permanente dans un local convenablement disposé.

» *Renouveler régulièrement l'air des lieux à assainir, en y faisant affluer, à l'aide d'une aspiration modérée, de l'air frais à température constante*, tel est le principe simple de la solution que je propose : il me reste à montrer qu'il est d'une application facile.

» On sait qu'à la profondeur d'environ 24 mètres la température intérieure du sol est constante (1). A Paris, dans les caves de l'Observatoire, à 28 mètres de profondeur, cette température est de 11°, 7.

(1) QUETELET, *Mémoires de l'Académie de Bruxelles*, t. X et XI.

» Cette profondeur, à laquelle la température ne varie pas, a été déterminée, soit dans le sol même, soit dans des caves sèches. Dans des conditions pareilles, on serait donc toujours certain de pouvoir y puiser de l'air à la température de 11 degrés environ.

» D'une autre part, lorsqu'on opère dans des puits profonds, où le niveau est à 15 ou 16 mètres seulement au-dessous du sol, et dans lesquels le liquide provient parfois de nappes souterraines descendant de terrains supérieurs où elles étaient à une plus grande profondeur, la température de l'air devient constante à des hauteurs beaucoup moindres au-dessous du sol, et se maintient dans le voisinage de 11 degrés, même dans les journées les plus chaudes de l'été. C'est ce que j'ai constaté à diverses reprises tout récemment, et en particulier le 24 août 1873, par des observations dont les résultats sont consignés dans le tableau suivant :

Observations sur la température de l'air à différentes hauteurs au-dessous du sol dans un puits profond.

Hauteurs au-dessous du sol...	3,50 m	5,50 m	7,50 m	9,50 m	11,50 m	13,50 m	15,50 m	16 m (1)
Températures observées — en descendant.	14, 0	12, 0	11, 0	11, 0	11, 0	11, 0	11, 0	11 dans l'eau
Températures observées — en remontant..	14, 0	» 0	11, 2	10, 8	10, 8	10, 8	10, 8	»

» La température extérieure a été de 22 à 23 degrés.

» Il suit de ces expériences que, dans des puits profonds, l'air prend, jusqu'à des hauteurs de 7 à 8 mètres au-dessous du sol, la température de l'eau de puits, et que celle-ci peut n'atteindre que 11 degrés, comme on l'a trouvé dans des lieux secs.

» Mais il en est rarement ainsi, et, pour atteindre le but principal que nous proposons, on devra en général tuber le puits et lui donner un fond qui le rende étanche, en le descendant jusqu'à 24 ou 25 mètres au-dessous du sol.

» D'après ces préliminaires, on comprendra facilement que, pour satisfaire aux conditions du problème, il suffira d'adopter des dispositions analogues à celles que nous nous contenterons d'indiquer ici en termes généraux.

---

(1) Dans les puits ordinaires, et à Paris en particulier, où l'eau provient de nappes plus voisines du sol, la température de l'air est un peu variable : plus basse en été, elle est plus haute l'hiver que celle de l'air. Lorsqu'il ne s'agirait que des lieux habités, où il suffirait seulement d'obtenir à l'intérieur une légère différence de température avec celle de l'air extérieur, et où la condition de constance de cette température ne serait pas imposée, on pourrait se contenter d'appeler l'air frais de ces puits.

» La salle principale, où l'on voudrait maintenir une température à peu près constante, serait précédée d'une autre salle à peu près de même capacité, ou simplement d'un petit antichambre d'introduction : cette pièce d'accès ferait fonction d'écluse à air pour atténuer l'effet de l'ouverture des portes. Ces locaux auraient des murs, des plafonds et un plancher assez épais. Leur sol en béton et les murs seraient fondés sur arceaux. Ils seraient entourés, à une faible distance, par une enceinte isolante de même forme, communiquant avec les arceaux et avec le fond du puits d'aérage.

» Des orifices d'évacuation, pratiqués vers le sommet du plafond de la salle et de celui de l'enceinte, seraient en communication directe, mais distincte, et au besoin tout à fait indépendante avec des tuyaux d'appel, dans lesquels des becs de gaz, dont l'expérience ferait connaître le nombre variable avec les saisons, seraient allumés, sous pression constante, d'une manière permanente.

» L'air à introduire dans les locaux à assainir, dans les arceaux du sous-sol et dans l'enveloppe, serait pris vers le fond du puits par un conduit spécial ménagé à partir de ce puits, et auquel on donnerait le développement nécessaire.

» Le local pourrait ainsi être établi au rez-de-chaussée, au-dessus du sol, et éclairé par des fenêtres pratiquées du côté du nord et munies de doubles châssis, dont l'intervalle serait en communication libre avec l'enveloppe isolante.

» Après avoir indiqué sommairement les dispositions générales que nous proposons d'adopter, il ne sera pas inutile de montrer la marche à suivre pour en proportionner les parties.

» On possède fort peu de données expérimentales relatives à la transmission de la chaleur à travers les corps d'une certaine épaisseur, et surtout en ce qui concerne les parois des bâtiments. Quoique la loi donnée par Newton (1) pour calculer cette transmission ait été vérifiée par plusieurs physiciens dans des circonstances assez diverses, il est peut-être un peu hasardeux de l'étendre aux murs et aux enveloppes de nos habitations.

» Cependant, comme les plus habiles ingénieurs qui s'occupent du chauffage l'emploient depuis longtemps, nous allons essayer d'en faire l'application à la question inverse, c'est-à-dire à celle du refroidissement de certains locaux par la circulation de l'air chaud.

---

(1) Biot, *Traité de Physique*, t. IV, p. 628, édition de 1816.

» A cet effet, nous rappellerons que la formule de Newton, à l'aide de laquelle on calcule le nombre d'unités de chaleur qu'une surface donnée peut laisser passer par heure est, en appelant

T la température extérieure au local ou à son enveloppe;
T' la température intérieure;
S la surface intérieure de transmission de la chaleur;
K un coefficient constant, particulier à chaque nature de paroi et variable avec son épaisseur,

$$KS(T - T') \text{ calories.}$$

» Pour les applications, les praticiens adoptent généralement les valeurs suivantes du coefficient K : murs de face d'épaisseur moyenne, $K = 1,20$; planchers et plafonds, $K = 0,80$.

» D'une autre part, si l'on nomme

V le volume d'air à la température t et à la densité $d = 1^{kg},29$ à introduire dans le local;
T' la température intérieure que l'on veut maintenir;
$c = 0,237$ la capacité de l'air pour la chaleur;

le nombre d'unités de chaleur que le volume d'air V pourra entraîner, en passant de la température t à celle de T', sera exprimé par

$$Vd(T' - t)\,0,237 = 0,306\,V(T' - t) \text{ calories.}$$

» Pour que le passage de cet air dans le local à rafraîchir, qu'on suppose inhabité, compense l'introduction de chaleur à travers les parois, il faut que l'on ait la relation

$$KS(T - T') = 0,306\,V(T' - t),$$

d'où l'on tire

$$V = \frac{KS(T - T')}{0,306(T' - t)}.$$

» Cette relation montre :

» 1° Que le volume d'air à introduire est d'autant plus grand que la température à maintenir à l'intérieur s'approche davantage de celle de l'air introduit, et que les surfaces de refroidissement sont plus étendues : il deviendrait infini si l'on voulait que la température intérieure T' fût égale à celle de l'air introduit;

» 2° Que ce volume est, au contraire, d'autant plus faible que l'excès de la température extérieure sur celle de l'intérieur est plus petit, et que les parois sont moins conductrices de la chaleur;

» 3° Que, toutes choses égales d'ailleurs, ce volume d'air sera proportionnel à la valeur que l'on jugera convenable d'assigner au support $\frac{T-T'}{T'-t}$ de ces différences de température, selon les données relatives à chaque saison et à chaque application.

» Il est d'ailleurs évident que la détermination du volume d'air V à introduire par heure devra être faite pour le cas où la température extérieure T atteint son maximum, sauf à limiter cette introduction, selon les convenances, à l'aide de registres.

» La question se simplifiera toutes les fois qu'il sera possible de supposer $\frac{T-T'}{T'-t}=1$, ce qui revient à se contenter de la valeur

$$T'=\frac{T+t}{2}.$$

» Pour donner au moins une idée des résultats auxquels on peut espérer parvenir, cherchons à faire une application numérique de la formule précédente à un local donné.

» *Application.* — On suppose que l'on veuille résoudre la question pour une salle de 5 mètres de largeur sur 4 mètres de hauteur, couverte par un plancher en fer, avec hourdis en petites voûtes de briques, surmonté d'une aire en béton de $0^m,20$; cette salle et son antichambre auraient ensemble $7^m,50$ de longueur, et les pieds-droits $0^m,60$ d'épaisseur.

» Le volume total de ces deux locaux serait de 150 mètres cubes, et leur surface refroidissante intérieure de 175 mètres carrés.

» L'enveloppe serait à $0^m,50$ des murs de la salle; elle serait également couverte par un plancher en fer, avec une aire supérieure en béton. Des arceaux en briques sous le sol de la salle permettraient la circulation de l'air frais au-dessous de cette pièce.

» Le volume total de l'enveloppe serait de $134^{mc},76$, et sa surface refroidissante de $267^{mq},80$.

» D'après ces proportions, et toujours dans l'hypothèse de $\frac{T-T'}{T'-t}=1$, le volume d'air à évacuer et à introduire pour le rafraîchissement serait

	Par heure.	Par seconde.
Pour la salle intérieure.........	458^{mc}	$0^{mc},127$
Pour l'enveloppe..............	700	$0^{mc},195$
Total............	1158^{mc}	$0^{mc},322$

» La vitesse d'appel dans le conduit d'air froid pouvant être facilement

de $0^m,70$ en 1 seconde, le tuyau devrait avoir un diamètre de $0^m,70$; et si la vitesse d'introduction dans le puits est réduite à $0^m,20$ en 1 seconde, pour assurer son refroidissement pendant sa circulation descendante, ce puits devrait avoir un diamètre de $1^m,50$.

» On voit que ces proportions seraient facilement réalisables.

» Si maintenant nous appliquons la formule $\frac{T - T'}{T' - t} = 1$, à laquelle correspondent les valeurs précédentes trouvées pour les volumes d'air à faire circuler dans les deux capacités, et si nous appelons respectivement T' et T'_1 les températures qu'on pourrait obtenir dans l'enveloppe et dans le local principal, en les supposant d'abord établis au rez-de-chaussée, nous trouverons pour $T = 25°$, valeur exagérée, et $t = 11°$:

Dans l'enveloppe $\left(T' = \frac{T + t}{2}\right)$ .... 18°,0

Dans le local principal $\left(T'_1 = \frac{T' + t}{2}\right)$ .... 14°,5

ce qui serait très-suffisant pour la plupart des cas.

» Si l'on établissait le local dans le sous-sol, on aurait au plus $T = 16°$, et l'on en déduirait

$$T' = 13°,5, \quad \text{et} \quad T'_1 = 12°,25.$$

» On voit donc que, par les dispositions indiquées sommairement, on pourrait facilement, dans la saison chaude, satisfaire à la condition de maintenir dans le local supposé une température modérée et très-peu variable.

» On peut se demander s'il n'y aurait pas avantage à supprimer l'enceinte qui forme l'enveloppe, et l'application des données précédentes montrerait qu'en effet on obtiendrait sensiblement les mêmes résultats, quant aux températures, en augmentant convenablement la circulation d'air dans ce local unique.

» Mais il convient de faire remarquer que nous n'avons jusqu'ici appliqué la formule qu'au cas où la température extérieure était notablement supérieure à celle de l'air puisé à 24 mètres environ au-dessous du sol : il s'agissait alors seulement d'obvier à l'échauffement intérieur.

» Or nous avons vu plus haut que le volume d'air à introduire dans ce local, pour y maintenir une température donnée T', était d'autant plus faible que celle T de l'air extérieur était elle-même plus basse ; et il est facile de faire voir que, si celle-ci était égale à la température t de l'air à introduire

ou à 11 degrés, le volume de cet air serait complétement indéterminé, ce qui est d'ailleurs évident de soi-même.

» Si, passant ensuite au cas où la température extérieure T serait inférieure à celle $t = 11^\circ$, que l'air du puits peut atteindre et conserver, nous tenons compte de certains effets physiques, dont nous n'avons pas encore eu à parler, nous arriverons à des conséquences qui mettront en évidence l'utilité de l'enveloppe extérieure. En effet, supposons que $T = t - a$, et que nous raisonnions toujours dans l'hypothèse simple où $\frac{T - T'}{T' - t} = 1$, on aura alors

$$\frac{t - a - T'}{T' - t} = 1,$$

d'où l'on tirera

$$T' = t - \frac{a}{2};$$

par conséquent la température constante que la circulation d'un volume d'air $V = \frac{KS}{0,306}$ à la température de 11 degrés, qui serait celle du puits, déterminerait dans le local projeté serait inférieure à celle de cet air.

» Au point de vue des effets directs de la température sur les objets déposés dans ce local, cela n'aurait généralement pas d'inconvénients graves.

» Mais il est une autre circonstance physique qui ne permet pas d'admettre que, si ce lieu devait servir de dépôt pour des objets précieux et délicats, tels que des balances et des appareils de précision, la température y devienne sensiblement inférieure à celle de l'air qui y afflue. En effet, cet air, en se refroidissant au contact des parois du local, y abandonnerait une partie de la vapeur qu'il aurait dissoute, et le liquide condensé se déposerait non-seulement sur les murs, sur le sol, mais encore sur les appareils, qui seraient ainsi exposés à des altérations plus ou moins graves.

» Cet effet est trop connu pour qu'il soit nécessaire d'insister. Il suit de là qu'en toute saison la température des locaux destinés à recevoir des appareils de précision doit être maintenue un peu supérieure à celle de l'air qu'on y introduit, c'est-à-dire au-dessus de 11 degrés, puisque c'est par une circulation d'air à cette température constante qu'on peut espérer obtenir dans ces lieux l'uniformité approximative de température désirée.

» Dès lors, l'enceinte extérieure dont nous avons parlé devient d'une grande utilité, attendu qu'au moyen d'appareils de chauffage par circulation d'eau chaude elle pourra toujours être maintenue à une température peu variable et convenable pour éviter les inconvénients signalés.

» En résumé, on voit que la condition de maintenir dans un local donné une température à peu près invariable peut être satisfaite sans que l'on soit obligé de recourir à l'emploi de caves profondes, dispendieuses à construire et à maintenir à l'abri des infiltrations, et dans lesquelles on ne pourrait s'éclairer que par la lumière artificielle. En adoptant les dispositions proposées, on pourra, au contraire, établir ce local, soit au niveau du sol, soit dans un sous-sol peu profond, bien aéré, salubre, éclairé (si on le désire) par la lumière du jour, et dans lequel des observations pourraient même être faites, sans inconvénients, à une température peu inférieure à celle du printemps.

» Il est évident, d'ailleurs, que les dispositions que l'on vient d'indiquer en termes généraux pour un dépôt d'appareils de précision, qui devrait être maintenu à une température presque constante, seraient applicables avec bien plus de facilité encore lorsqu'il ne s'agirait que d'obtenir, dans la saison des chaleurs, une température modérée, un peu inférieure à celle de l'air extérieur, pour des lieux de réunion, pour des bureaux ou des habitations privées, et même pour des magasins de conservation des substances alimentaires, toutes les fois que l'on pourrait puiser l'air frais dans des espaces souterrains salubres situés à proximité.

» Pour tous les cas pareils, il ne serait plus nécessaire, comme on l'a déjà fait remarquer, de recourir à des puits profonds, puisqu'à quelques mètres seulement au-dessous du sol l'air est toujours suffisamment frais. Le palais où l'Institut tient ses séances publiques ou celles des diverses Académies présente, pour une amélioration semblable, toutes les facilités désirables. Pour les obtenir, il suffirait de le vouloir. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Note sur de nouveaux dérivés du propyle* (suite); par M. A. CAHOURS.

« Je demande à l'Académie la permission de lui faire connaître quelques nouvelles combinaisons éthérées qui se rattachent à la série du propyle.

» *Oxalate de propyle.* — Lorsqu'on distille l'alcool propylique anhydre avec de l'acide oxalique desséché employé, soit seul, soit additionné du tiers de son poids d'acide sulfurique, il se condense dans le récipient un liquide incolore et limpide que l'eau sépare en deux couches. La couche supérieure, qui est un peu plus légère que l'eau, étant lavée avec une solution de carbonate de soude, puis à l'eau distillée, est desséchée sur du chlorure de calcium.

Le liquide étant soumis à la distillation commence à bouillir vers 85 degrés; mais le thermomètre monte rapidement, et la majeure partie passe entre 205 et 215 degrés.

» Cette dernière portion étant soumise à une nouvelle rectification donne finalement un liquide incolore très-limpide, doué d'une odeur aromatique qui rappelle celle de l'éther oxalique, et dont la densité, peu différente de celle de l'eau, est représentée par le nombre 1,018 à 22 degrés. Ce composé, qui présente la composition de l'éther oxalopropylique, est représenté par la formule

$$C^4O^6(C^6H^7O)^2 = C^{16}H^{14}O^8.$$

» Il bout régulièrement entre 209 et 211 degrés. Une dissolution aqueuse d'ammoniaque le transforme rapidement en oxamide. Lorsqu'on fait agir sur cet éther une dissolution alcoolique d'ammoniaque, en évitant de l'employer en excès, la liqueur ne se trouble pas. Soumise à l'évaporation, cette dissolution abandonne une belle substance cristallisée, correspondant à l'oxaméthane. C'est l'*éther oxalopropylique*,

$$C^4H^2AzO^5C^6H^7O.$$

Chauffé dans un petit tube, ce composé fond en un liquide incolore, puis exhale des vapeurs qui se condensent en prismes déliés sur les parties froides du tube.

» L'éther oxalopropylique se décompose assez rapidement au contact de l'eau, en régénérant l'acide oxalique et l'alcool propylique, qui ont servi à sa préparation. La décomposition est encore plus prompte lorsqu'on remplace l'eau pure par une dissolution de potasse ou de soude.

» *Carbonate de propyle.* — Le sodium agit sur l'oxalate de propyle sous l'influence de la chaleur de la même manière que sur son homologue éthylique. On observe les mêmes phénomènes, et la conduite de l'opération est exactement la même. Le produit de la réaction étant traité par l'eau, il se sépare un liquide éthéré qui, lavé, séché sur du chlorure de calcium et soumis à la distillation, passe, pour la plus grande partie, entre 150 et 165 degrés. Ce produit, soumis à de nouvelles rectifications, donne finalement un liquide bouillant entre 156 et 160 degrés, dont la densité est de 0,968 à la température de 22 degrés.

» C'est un liquide incolore et très-limpide, dont l'odeur suave rappelle celle du carbonate d'éthyle. Bouilli avec une solution concentrée de potasse caustique, il se dédouble avec régénération d'alcool propylique. Au contact d'une dissolution aqueuse d'ammoniaque, il se change lentement, à la tem-

pérature ordinaire, en *uréthane propylique*, qui se sépare par l'évaporation de la liqueur sous la forme de prismes magnifiques. La transformation est plus rapide avec une dissolution alcoolique.

» Sa composition est représentée par la formule

$$C^{14}H^{14}O^{6} = C^{2}O^{4}(C^{6}H^{7}O)^{2}.$$

» *Salicylate de propyle.* — Ce composé s'obtient en soumettant à la distillation un mélange d'alcool propylique, d'acide salicylique et d'acide sulfurique concentré, ces trois corps étant employés dans les rapports de 2,2 et 1. Le liquide condensé dans le récipient étant traité par l'eau, il se sépare une huile qui vient nager à la surface. On la purifie par un lavage à l'eau chargée de carbonate de soude, qui la débarrasse d'une petite quantité d'acide sulfureux qu'elle tenait en dissolution; on la lave ensuite à l'eau distillée, puis on la fait digérer pendant quelques heures sur du chlorure de calcium; enfin on la rectifie.

» L'ébullition du liquide commence à 85 degrés et se maintient pendant quelques instants entre cette température et 92 degrés; puis elle s'élève très-rapidement, et les deux tiers du liquide environ passent entre 230 et et 240 degrés. Une nouvelle distillation fournit cet éther à l'état de pureté.

» Ainsi purifié, le salicylate de propyle est un liquide incolore, limpide et très-réfringent. Son odeur suave rappelle celle du salicylate de méthyle. Sa densité est de 1,021 à 21 degrés. Il bout entre 238 et 240 degrés. Sa saveur est chaude et aromatique. Peu soluble dans l'eau, à laquelle il communique néanmoins son odeur, il se dissout en toutes proportions dans l'alcool et l'éther.

» Sa composition est représentée par la formule

$$C^{14}H^{5}O^{5}C^{6}H^{7}O = C^{20}H^{12}O^{6}.$$

» De même que ses homologues inférieurs, les salicylates de méthyle et d'éthyle, le salicylate de propyle s'unit aux alcalis, avec lesquels ils forme des combinaisons cristallisables. Distillé sur de la baryte, il se dédouble en acide carbonique qui s'unit à l'alcali et en phénate de propyle qui se dégage. Nous reviendrons tout à l'heure sur ce produit, qu'on peut préparer au moyen d'un procédé plus commode.

» Le chlore et le brome agissent énergiquement sur le salicylate de propyle et donnent naissance à des produits de substitution qui cristallisent très-bien.

» L'acide nitrique fumant, ajouté par petites portions et refroidi, trans-

forme le salicylate de propyle en nitrosalicylate ou indigotate de propyle, que l'eau sépare sous la forme d'une huile jaune pesante. Emploie-t-on l'acide en excès et fait-on bouillir, on obtient une belle cristallisation d'acide picrique; enfin, par son contact avec une dissolution aqueuse d'ammoniaque, il se transforme à la longue en salicylamide.

» Je n'ai pas cru devoir pousser plus loin l'étude de ce composé dont les analogies avec ses homologues inférieurs font prévoir quels sont les dérivés qui pourront naître de son contact avec les réactifs.

» *Phénate de propyle.* — Nous avons dit précédemment qu'en distillant le salicylate de propyle sur de la baryte anhydre cette base se changeait en carbonate avec formation de phénate de propyle.

» Ce composé peut s'obtenir plus facilement et plus économiquement en chauffant en vase clos, à une température de 100 et 110 degrés, l'iodure de propyle avec une dissolution alcoolique de phénate de potasse. La réaction étant terminée au bout de quelques heures, on laisse refroidir les tubes dont on extrait le contenu. De l'eau, ajoutée à ce produit, détermine la séparation d'une huile qu'on lave à plusieurs reprises avec de l'eau alcaline, puis à l'eau pure; on la dessèche ensuite sur du chlorure de calcium; enfin on la rectifie.

» Ce liquide commence à bouillir vers 160 degrés; mais bientôt la température s'élève à 190 degrés, et la presque totalité distille entre 190 et 195 degrés.

» Une nouvelle rectification fournit le phénate de propyle à l'état de pureté parfaite.

» C'est un liquide incolore, très-mobile, dont l'odeur suave rappelle celle du phénate d'éthyle. Sa densité est de 0,968 à la température de 20 degrés. Il bout régulièrement entre 190 et 191 degrés.

» Le brome l'attaque vivement en donnant, lorsqu'on l'emploie en excès et que l'on fait intervenir la chaleur, un produit incolore, cristallisé en belles aiguilles blanches.

» L'acide nitrique fumant l'attaque avec une grande énergie. Lorsqu'on laisse tomber, en effet, cet acide sur du phénate de propyle, chaque goutte produit un bruissement en arrivant au contact de ce liquide, qui prend une coloration d'un brun rougeâtre en même temps que, un peu au-dessus du liquide, apparaît contre les parois du tube une couche mince d'une belle couleur d'indigo. En continuant l'addition progressive de l'acide, il arrive bientôt un moment où l'action s'arrête. De l'eau versée sur ce produit détermine la séparation d'une huile brun rougeâtre plus pesante que l'eau.

» Si, au lieu de s'arrêter à ce point, on ajoute de l'acide et qu'on chauffe jusqu'à ce qu'il ne se manifeste plus d'action, à l'ébullition, il se forme un nouveau produit que l'eau précipite sous la forme d'une huile pesante d'un jaune clair.

» L'acide sulfurique concentré le dissout, comme ses homologues inférieurs, et donne un acide copulé.

» La composition du phénate de propyle est représentée par la formule

$$C^{12}H^5(C^6H^7)O^2 = C^{18}H^{12}O^2.$$

» *Azotite de propyle.* — Lorsque l'on fait passer dans de l'alcool propylique, qu'il faut avoir soin de maintenir froid, un courant d'acide nitreux provenant de l'action de l'acide azotique sur l'amidon, ces deux corps réagissent immédiatement l'un sur l'autre. Si l'on arrête le courant, dès que les vapeurs ne paraissent plus absorbées, on peut considérer la réaction comme terminée. De l'eau ajoutée à la liqueur, qui est fortement acide, détermine aussitôt la séparation d'une huile qui vient nager à la surface.

» Cette dernière étant lavée, d'abord avec une dissolution de carbonate de soude, puis à l'eau pure, est séchée sur du chlorure de calcium anhydre et finalement soumise à la rectification.

» Le thermomètre, qui marque à peine 40 degrés lorsque l'ébullition commence à se déclarer, se maintient pendant quelque temps entre cette température et 50 degrés. Entre ces limites, j'ai recueilli une proportion assez notable de produit, puis la température s'est élevée rapidement à 100 degrés et s'est maintenue pendant quelque temps entre 105 et 112; il ne restait alors dans la cornue qu'une quantité de liquide insignifiante.

» Le produit le plus volatil étant soumis à de nouvelles rectifications distille pour la plus grande partie entre 43 et 46 degrés.

» Ce composé, qui est le véritable homologue de l'éther nitreux, dont il reproduit les principales propriétés, et l'isomère du nitropropane, est un liquide incolore, très-mobile, brûlant avec une flamme jaunâtre et dont l'odeur analogue à celle de l'éther nitreux rappelle fortement celle des pommes de reinette. Sa densité est de 0,935 à 21 degrés.

» Sa composition est représentée par la formule

$$C^6H^7AzO^4 = \left.\begin{matrix} C^6H^7 \\ AzO^2 \end{matrix}\right\} O^2.$$

» Quant au produit le moins volatil qui, après purification, bout entre 108 et 110, et dont je n'ai pas fait l'analyse, il paraît constituer le nitrate de propyle. »

CHIMIE ANIMALE. — *Quelques considérations sur le tissu jaune et l'analyse organique immédiate;* par M. CHEVREUL.

« Je demande pardon à l'Académie de revenir encore sur l'histoire du *tissu élastique jaune* : ce n'est point une affaire personnelle, puisque je n'ai aucune réclamation à adresser ni à M. Bouillaud ni à M. Bouley; mais il s'agit, pour moi, d'une manière d'interpréter les *faits* conformément à une définition que je n'ai publiée qu'en 1856, dans treize Lettres adressées à M. Villemain.

» C'est conformément à cette définition que j'ai présenté les matériaux dont j'ai fait usage dans les écrits que j'ai publiés sur l'histoire de la science, et sur l'histoire des hommes qui en ont agrandi le domaine; et, à l'occasion de cette Note, je prie l'Académie de recevoir comme hommage de ma profonde reconnaissance un opuscule sur l'histoire de l'*héliographie*, opuscule qui est le développement d'une réclamation que je fis à l'Académie en faveur de *Nicéphore Niepce*, et qui répond en outre à un désir exprimé par M. le Président Fondet, de Chalon-sur-Saône, dans une Lettre adressée à l'Académie, dont elle a bien voulu me renvoyer l'examen.

» Maintenant je reviens à la phrase qui termine la Communication de M. Bouley.

« Voilà une opinion très-nettement exprimée, ce qui ne laisse pas de » doute dans l'esprit. Évidemment l'idée que Magendie croyait sienne » appartient à John Hunter. Il y a donc déjà plus d'un siècle qu'elle est » dans le domaine de la science. »

» Au point de vue de l'histoire du *tissu élastique jaune*, j'ai cité Bichat comme le premier savant qui ait distingué dans les artères un *tissu particulier, de couleur jaune, doué de l'élasticité.*

» Cette découverte a été heureusement généralisée par de Blainville, et, dans la citation que j'ai faite d'un passage de ses leçons, il avait rendu justice à J. Hunter en disant qu'il avait entrevu le tissu élastique jaune, et je crois qu'il n'est pas possible d'aller plus loin.

» L'importance que j'attache, au point de vue de la Chimie organique, aux recherches de Bichat et de Blainville, c'est d'avoir reconnu les premiers la *propriété élastique* dans un tissu *spécial* qui, jusqu'à eux, avait été confondu avec tout autre.

» Et ce tissu étudié au point de vue chimique a parfaitement justifié la pensée de ces illustres anatomistes.

» L'existence du *tissu jaune élastique*, ainsi démontrée par Bichat et de

Blainville, est un fait que j'aime toujours à citer au point de vue de la *recherche des principes immédiats des êtres vivants*, parce qu'il est un exemple à imiter; *ainsi, après avoir observé une propriété notable, caractéristique, la méthode conduit l'observateur à rechercher si cette propriété peut être concentrée dans un principe spécial.*

» Or, c'est l'analyse d'un *tout* de nature organique qui conduit à en répartir les propriétés diverses dans des *espèces chimiques* que j'appelle les *principes immédiats* de ce tout, qui est la base scientifique de la connaissance de la matière constituant les êtres vivants.

» Préoccupé, comme je le suis, du progrès de la science, et sachant combien la précision est nécessaire dans l'observation de ce que tout le monde appelle des *faits* et dans la description dont ils sont l'objet, l'Académie me permettra de lui exposer prochainement quelques idées à ce double point de vue appuyées sur des expériences.

» *P. S.* — Entre plusieurs faits nouveaux que le guano m'a présentés, je citerai l'existence d'un *oxalate d'ammoniaque et de potasse.* »

« M. **Bouley** dit que, puisque M. Chevreul lui fournit l'occasion de revenir sur la question du rôle des artères dans la circulation, il demande à l'Académie la permission d'en profiter pour réparer une erreur qu'il a commise, dans la dernière séance, en attribuant à Hunter une idée que nous pouvons revendiquer pour un savant français, qui est une de nos gloires, Sénac, l'auteur du *Traité de la structure du cœur, de son action et de ses maladies*. Cette revendication pour Sénac a été faite par la *Gazette des hôpitaux*, dans son numéro du 30 septembre 1873, et il est de toute justice de l'inscrire dans les *Comptes rendus*. Voici le passage du *Traité de la structure du cœur*, relatif *aux forces qui agissent dans les artères*.

« Les artères, qui sont si actives, sont de vrais cœurs sous une autre forme; elles ont les mêmes fonctions, les mêmes mouvements et sont soumises au même agent. Ce sont, comme on sait, les causes secondes et les instruments de la circulation; leurs mouvements sont des dilatations et des contractions alternatives, qui se suivent sans cesse; le sang qui entre dans les cavités de ces vaisseaux pousse leurs parois qui le repoussent à leur tour avec violence; enfin un principe secret qui les anime est inhérent à leur tissu et indépendant de la volonté.

» La force attachée à ce tissu est dépendante surtout de la fibre musculaire; on a voulu jeter quelques soupçons sur la réalité de ces fibres; mais elles sont très-sensibles dans l'aorte et dans ses rameaux mêmes....

» Une des causes subsidiaires de cette force est l'élasticité; la mort même ne l'affaiblit pas....

» Que les fibres soient musculaires ou élastiques, elles ont de plus dans leur tissu un prin-

cipe fort singulier de vie, c'est l'irritabilité, qui est le mobile secret de toutes les parties...; des nerfs sans nombre se distribuent dans toutes ces fibres; voyez les plexus mésentériques, ils embrassent de grandes artères, se divisent comme elles et leur envoient des filets, qui les accompagnent jusqu'aux dernières divisions; or que nous annonce cet appareil? une puissance qui domine les autres (t. II, p. 193 et 194, 2e édition; Paris, 1774). »

» On voit, par cet Extrait, que Sénac avait vu et très-nettement précisé avant Hunter le rôle que les artères remplissent comme organes propulseurs du sang. »

RAPPORTS.

Rapport sur un Mémoire de M. Mannheim « *Sur les surfaces trajectoires des points d'une figure de forme invariable dont le déplacement est assujetti à quatre conditions.* »

(Commissaires : MM. Bertrand, O. Bonnet, Chasles rapporteur.)

« Dans un précédent travail, intitulé *Étude sur le déplacement d'une figure de forme invariable,* inséré dans le *Recueil des Mémoires des Savants étrangers* (*), M. Mannheim a traité diverses questions concernant la construction des normales aux trajectoires des points d'une figure qui éprouve dans l'espace un déplacement complétement déterminé, c'est-à-dire dans lequel chaque point de la figure ne peut prendre qu'une direction. Ce Mémoire contient, en outre, des recherches relatives à une figure dont le déplacement n'est pas complétement défini, sujet qui n'avait pas encore été abordé et qui devait prendre, comme on va le voir, un grand développement.

» Six conditions assurent l'immobilité d'un corps, disons d'une figure dans l'espace; conséquemment cinq conditions seulement permettent un déplacement, dans lequel chaque point ne peut décrire à chaque instant qu'un élément linéaire; et quatre conditions seulement permettent à chaque point de décrire une infinité d'éléments linéaires de directions diverses et appartenant tous à l'élément d'une surface que M. Mannheim appelle *surface trajectoire* du point.

» Ce sont les propriétés relatives à ces *surfaces trajectoires* des différents points d'une figure douée de mouvements déterminés par quatre conditions qui font le sujet principal du Mémoire dont nous avons à rendre compte.

(*) T. XX; 1866.

» Nous rappellerons d'abord quelques théorèmes, extraits de Communications antérieures de l'auteur, qui sont des préliminaires nécessaires du travail actuel. C'est ainsi que tout s'enchaîne progressivement et laborieusement dans les théories de pure Géométrie.

» Nous citerons : 1° *la détermination du plan osculateur et du rayon de courbure de la trajectoire d'un point quelconque d'une droite dont quatre points se déplacent sur quatre surfaces données* (*Comptes rendus*, t. LXX, p. 1215); 2° *la construction de l'axe de courbure de la surface développable enveloppe d'un plan qui se déplace en satisfaisant à quatre conditions* (*ibid.*, t. LXX, p. 1259); 3° *le lieu des centres de courbure des points d'une droite mobile dans l'espace : courbe à double courbure du cinquième ordre* (*ibid.*, t. LXXVI, p. 551); 4° *le lieu des centres des sphères osculatrices des trajectoires des points d'une droite: cubique gauche* (*ibid.*, t. LXXVI, p. 635).

» Passons au Mémoire actuel. On sait que, dans tout mouvement infiniment petit d'une figure dans l'espace, les plans normaux aux trajectoires de tous les points d'une droite G passent tous par une même droite G', qu'on a appelée la *conjuguée* de G, et laquelle, considérée comme participant au mouvement de la figure, a pour *conjuguée*, réciproquement, la droite G.

» Tous les mouvements infiniment petits que peut prendre une droite G quelconque, dont le déplacement n'est assujetti qu'à quatre conditions, donnent lieu, chacun, à une *conjuguée* G'. M. Mannheim démontre d'abord ce théorème fort important, que *les normales aux surfaces trajectoires des différents points d'une droite* G *s'appuient toutes sur une quelconque des droites conjuguées* G', conséquemment sur deux droites conjuguées, *et forment donc un hyperboloïde;* d'où s'ensuit que *toutes les conjuguées d'une droite* G, *relatives à tous les déplacements que comportent les quatre conditions du déplacement de la figure, forment un hyperboloïde dont la droite* G *est elle-même une génératrice du même système que ses conjuguées,* les génératrices de l'autre système étant les normales aux *surfaces trajectoires* des points de la droite G.

» Que l'on considère, maintenant, un point quelconque m de la figure en mouvement, la normale à la *surface trajectoire* de ce point m rencontre en deux points l'hyperboloïde dont il vient d'être question, et, conséquemment, s'appuie sur deux des conjuguées de la droite G. Or, autre fait très-important, M. Mannheim démontre que *ces deux conjuguées sont toujours les mêmes pour tous les points de la figure en mouvement.*

» Ces deux droites, que l'auteur désigne par les lettres D et Δ, jouissent

nécessairement, dans les déplacements de la figure, d'une propriété particulière et caractéristique; cette propriété est que *chaque point de chacune des deux droites ne peut décrire, dans tous les déplacements possibles de la figure, qu'un seul élément linéaire* (au lieu d'un élément de surface) : *le plan normal à cet élément passe par l'autre droite.*

» Ces propriétés remarquables forment le premier paragraphe du Mémoire.

» Dans le paragraphe suivant, M. Mannheim démontre diverses propriétés des *surfaces trajectoires* des points d'une droite, dérivant principalement de la considération de l'hyperboloïde lieu des normales à ces *surfaces trajectoires*. Nous citerons les suivantes :

» *Parmi les surfaces trajectoires des points d'une droite, il y en a deux qui sont tangentes à la droite.*

» *La développable, enveloppe des plans tangents aux surfaces trajectoires des points d'une droite, est du quatrième ordre et de la troisième classe.*

» *Les plans normaux aux surfaces trajectoires des points d'une droite, menés par les éléments rectilignes d'un déplacement quelconque, déterminent, dans ces surfaces trajectoires, des sections dont les centres de courbure sont sur une cubique gauche.*

» Puis M. Mannheim cherche combien il y a de points, sur une droite, qui décrivent des trajectoires satisfaisant à diverses conditions, relatives aux *surfaces trajectoires* de ces points.

» Ainsi il détermine :

» 1° Combien il y a de points, sur une droite, dont les trajectoires soient tangentes aux lignes asymptotiques des surfaces trajectoires de ces points;

» 2° Combien dont les trajectoires soient osculatrices aux lignes géodésiques des surfaces trajectoires, et dont les plans osculateurs, dès lors, soient normaux aux surfaces trajectoires;

» 3° Combien dont les trajectoires ont leur rayon de courbure nul;

» 4° Combien dont les surfaces trajectoires ont un rayon de courbure principal nul;

» 5° Combien dont les trajectoires sont tangentes aux lignes de courbure des surfaces trajectoires;

» 6° Combien dont les surfaces trajectoires ont un rayon de courbure principal infini;

» 7° Combien dont les surfaces trajectoires ont leurs rayons de courbure principaux égaux;

» 8° Enfin combien dont les surfaces trajectoires ont leurs rayons de courbure principaux égaux et de signes contraires.

» Considérant les trajectoires, non plus simplement des points d'une droite, mais de tous les points de la figure en mouvement, M. Mannheim parvient à divers théorèmes qui étendent ce vaste sujet de recherches.

» Il nous faut citer ses résultats principaux pour donner une idée de la nouveauté et de l'importance qu'ils comportent.

» *Le lieu des points dont les trajectoires, dans un quelconque des déplacements que permettent quatre conditions données, sont tangentes à des lignes asymptotiques des surfaces trajectoires de ces points, est une surface du troisième ordre qui contient les deux droites* D *et* Δ *et le cercle imaginaire de l'infini.*

» *Le lieu des points dont les trajectoires ont leurs plans osculateurs normaux aux surfaces trajectoires de ces points est une surface du sixième ordre, qui passe par le cercle imaginaire de l'infini.*

» *Le lieu des points dont les surfaces trajectoires ont un rayon de courbure principal nul est la surface réglée du quatrième ordre dont les génératrices s'appuient sur les deux droites* D, Δ *et sur le cercle imaginaire de l'infini.*

» *Le lieu des points dont les trajectoires ont leur rayon de courbure nul est une surface imaginaire du second ordre.*

» M. Mannheim appelle *point parabolique* sur une surface un point où la surface a l'un de ses rayons de courbure principaux infini. Il trouve que *les points d'une figure en mouvement, qui sont des points paraboliques de leurs surfaces trajectoires, forment une surface du sixième ordre qui passe par le cercle de l'infini.*

» Enfin, *le lieu des points dont les surfaces trajectoires ont leurs rayons de courbure principaux égaux est une surface du huitième ordre.*

» Et *le lieu des points dont les surfaces trajectoires ont leurs rayons de courbure principaux égaux et de signes contraires est une surface du cinquième ordre.*

» En terminant, l'éminent géomètre fait observer qu'en ce qui concerne les trajectoires des points d'une droite faisant partie d'une figure en mouvement, il a toujours été question d'une droite quelconque; mais qu'il y a certaines droites jouissant de propriétés particulières. Il annonce qu'il reviendra sur ce sujet, qui lui donnera lieu de considérer aussi ce qui se rapporte à des plans de la figure en mouvement, et particulièrement aux surfaces trajectoires des points de ces plans, *lesquelles ont leurs centres de courbure principaux sur une surface du sixième ordre*, qui présente quel-

que analogie avec le lieu des points dont les *surfaces trajectoires* ont un centre de courbure principal sur un plan.

» Les géomètres comprendront, sans que nous ayons besoin d'insister, toute l'importance d'un travail qui réunit dans une même théorie, absolument nouvelle, en les déduisant d'un mode uniforme de démonstration, des résultats aussi précis et aussi considérables. Nous ne saurions le recommander trop vivement aux encouragements de l'Académie; et la Commission déclare, à l'unanimité, que ce Mémoire lui paraît très-digne d'être inséré dans le *Recueil des Savants étrangers.* »

MÉMOIRES LUS.

MÉDECINE. — *Traitement du charbon et de la pustule maligne par l'acide phénique et le phénate d'ammoniaque.* Note de M. **Déclat.**

(Commissaires : MM. Andral, Larrey, Bouley, Bouillaud.)

« La question du *charbon* des animaux et surtout celle de la *pustule maligne* de l'homme nous paraît résolue, au moins quant à ce qui est relatif au traitement.

» On peut désormais renoncer à la méthode barbare du fer rouge, et même à la méthode inoffensive de la cuillère chauffée dans de l'eau au-dessus de 60 degrés; je puis, du reste, affirmer qu'aujourd'hui tous les vétérinaires ont recours à l'acide phénique pour combattre le charbon et suivent la méthode que j'ai indiquée dans un Mémoire présenté à l'Académie, le 2 janvier 1865 (*Sur l'emploi de l'acide phénique en Médecine*), et publiée dans un volume déposé à l'Académie également en 1865. J'espère que les médecins ne tarderont pas à suivre l'exemple des vétérinaires, surtout en présence des faits consignés dans mon Mémoire du 2 octobre 1871 et dans les documents ci-joints.

» Je prie l'Académie de vouloir bien ordonner l'ouverture de mon pli cacheté du 31 mai 1869 et celui du 10 septembre 1870; elle verra la marche qui m'a conduit à compléter ma première méthode et à la rendre, je crois, définitive, car je puis aujourd'hui conclure : 1° que le charbon de l'homme et même celui des gros animaux guérit, *presque toujours*, traité au début de la maladie; 2° que le charbon guérit très-souvent, même lorsque l'on n'est appelé à le traiter qu'à une période avancée de la maladie.

» Le traitement consiste, pour la *pustule maligne*, avant qu'il n'y ait des accidents généraux : 1° à cautériser vigoureusement et à plusieurs reprises

le bouton initial avec l'acide phénique pur et mieux encore avec le phénate d'ammoniaque; on détruit ainsi la source de l'empoisonnement général; 2° à faire boire de l'acide phénique à la dose de 1 à 2 grammes en vingt-quatre heures, pour un adulte, dans un sirop titré à $\frac{1}{2}$ pour 100. Si la maladie remonte à plusieurs jours, s'il y a de l'engourdissement, de l'enflure, ou une traînée rouge des lymphatiques, indiquant une intoxication, surtout si déjà il est survenu des vomissements, il faut, en outre du traitement ci-dessus, pratiquer de suite quatre injections sous-cutanées, de 100 gouttes chacune, d'une solution d'acide phénique très-pur à $2\frac{1}{2}$ pour 100, et recommencer une heure après si tous les symptômes ne paraissent pas diminuer; si la maladie ne s'améliore pas dans les deux premières heures, il faut faire boire le phénate d'ammoniaque, à la dose de 1 gramme par jour dans un sirop titré à $\frac{1}{2}$ pour 100, et faire quatre injections sous-cutanées de la même substance à $2\frac{1}{2}$ pour 100 au plus.

» Je pense qu'il serait imprudent d'augmenter le titre des injections sous-cutanées, quoique M. le Dr Masétig, chirurgien en chef de l'Exposition actuelle de Vienne, m'ait écrit qu'il a fait avec succès, dans un cas d'infection purulente consécutif à un écrasement de la face, des injections phéniquées à 5 pour 100, de manière à injecter 1 gramme par jour d'acide phénique, et cela pendant huit jours: je pense qu'il vaut mieux augmenter le nombre des injections que d'augmenter la densité. Du reste, un succès constant me permet d'engager mes confrères à ne pas dépasser chez l'homme le titre de $2\frac{1}{2}$ pour 100.

» Quant au charbon des gros animaux, le traitement est le même; seulement il faut porter la dose de la boisson de 10 à 20 grammes par vingt-quatre heures, en solution aqueuse de $\frac{1}{2}$ à $\frac{3}{4}$ pour 100 au plus; la dose de 1 pour 100, que j'avais indiquée en 1865, me paraît trop concentrée pour les animaux nerveux, surtout pour les taureaux; il faut pratiquer des injections à $2\frac{1}{2}$ pour 100, soit d'acide phénique, soit de phénate d'ammoniaque; chaque injection peut être de 100 grammes, mais il ne faut pas dépasser la dose de 10 grammes d'acide phénique, ni celle de 5 grammes de phénate d'ammoniaque par vingt-quatre heures. Dans un cas extrême, on doit, au contraire, doubler et tripler au besoin.

» Sur le cheval, les injections de phénate d'ammoniaque occasionnent des abcès. Quant au *sang de rate* du mouton, il ne peut être combattu avantageusement que par le phénate d'ammoniaque en injections proportionnées et en boisson.

» Je répète ici ce que j'ai déjà dit à propos du *choléra*: le phénate d'am-

moniaque doit être préparé au moyen du gaz ammoniacal et de l'acide phénique blanc, et, de plus, la préparation doit être récente, car il se forme assez promptement un dépôt noir; aussi est-il prudent de filtrer la solution au moment de s'en servir.

» La question d'alimentation est également résolue, à mes yeux, pour le charbon et la peste bovine : beaucoup de bœufs et de moutons atteints soit du charbon, soit de la peste bovine ont été mangés impunément pendant le siége et pendant la Commune.

» Prochainement je ferai connaître à l'Académie l'effet de l'acide phénique, du phénate d'ammoniaque et de l'acide sulfo-phénique ammoniacal sur le sang charbonneux et sur le sang septicémique. Je puis déjà déclarer que les résultats obtenus sont en faveur de ces deux derniers produits. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

STATISTIQUE. — *Tableaux statistiques des pertes des armées allemandes d'après les documents officiels allemands, pendant la guerre de* 1870-1871 ; par M. le Capitaine **D.-H. Leclerc** (1).

(Renvoi au Concours de Statistique.)

« Les tableaux statistiques des pertes subies par les armées allemandes pendant la guerre de 1870-1871 ont été établis d'après les *listes nominatives de pertes* publiées à Berlin, Munich, Stuttgard, Dresde et Bade par les différents ministères de la guerre de ces capitales. Pour la Prusse seule, cette publication, close en août 1871, comporte 248 listes de 1982 pages in-4°, ne relatant que les pertes du fait de guerre.

» Ce sont ces listes qu'un de nos officiers, pendant sa captivité en Prusse, a cru utile de reproduire sous la forme de 8000 tableaux, assemblés chronologiquement par mois, dans l'ordre des marches et des opérations, par batailles, combats ou siéges, totalisés par compagnies, escadrons, batteries et régiments.

» Ce livre de chiffres donne avec clarté, dans les grandes batailles comme dans les moindres engagements, les totaux des hommes tués ou morts des suites de blessures, les blessés grièvement, les blessés légère-

(1) Les tableaux manuscrits de M. le capitaine Leclerc, présentés au Secrétariat pour le Concours de 1872, en furent retirés pour être livrés à l'impression. (*Note du Secrétaire perpétuel.*)

ment, les absents, prisonniers ou disparus, divisés par catégories d'officiers, de sous-officiers, de tambours, de volontaires d'un an et de soldats.

» Les officiers sont inscrits nominativement.

» Les blessures par obus, par coup de sabre, de lance, de crosse ou de baïonnette, par petit plomb, etc., sont scrupuleusement relevées; les distances kilométriques et l'orientation des localités où il y eut bataille, combat, reconnaissance, patrouille, attaques de francs-tireurs, etc., sont notées avec exactitude; des sommaires, de courtes notices sur les mouvements d'ensemble et les mouvements partiels des armées allemandes complètent ces renseignements; en sorte que l'ensemble des tableaux statistiques offre des documents précieux pour l'histoire de la guerre, appuyés sur l'autorité irréfutable des chiffres.

» Voici quelques nombres qui peuvent donner une idée de l'étendue et de la portée de ce travail.

» Les pertes générales de la 3e et de la 4e armée allemande opposées au maréchal de Mac-Mahon, du 24 juillet au 3 septembre, s'élèvent à 25452 tués, blessés ou disparus. Sur 2721 disparus, 322 Bavarois le sont encore; sur 1072 officiers atteints, 298 ont été tués.

» Pendant cette même période de temps, du 24 juillet au 3 septembre, la 1re et la 2e armée prussienne, qui combattirent contre le général Frossard et contre le maréchal Bazaine, perdirent à Spickeren-Forbach, le 6 août, 5056 officiers, sous-officiers ou soldats, tués, blessés ou disparus; le 14 août, à Borny, à l'est de Metz, en moins de cinq heures, 5054 officiers ou soldats tués, blessés ou disparus; le 16 août, à Vionville et Mars-la-Tour, de 9^{h}30^m du matin à 9 heures du soir, 14915 officiers, sous-officiers ou soldats tués (3167), blessés ou disparus (1436); le 18 août, à Gravelotte, Verneville et Saint-Privat-la-Montagne, de midi à 7 heures du soir, 20675 tués, blessés ou disparus. Le chiffre des tués s'élève à 4449, parmi lesquels 292 officiers.

» En résumé, du 24 juillet au 3 septembre, les quatre armées allemandes perdirent 74786 hommes, dont 2989 officiers, 6154 sous-officiers, 749 tambours ou trompettes et 217 volontaires d'un an. Dans ce total entrent 6315 disparus, dont 323 Bavarois le sont encore.

» L'investissement et le siége de Paris, depuis le 15 septembre 1870 jusqu'au 28 janvier 1871, ont fait perdre aux corps prussiens, wurtembergeois et saxons 11710 officiers, sous-officiers et soldats. Dans ce nombre, 2307 ont été tués ou sont morts des suites de leurs blessures, et 1465 sont portés absents, prisonniers ou disparus; 13 le sont encore.

» Du 17 septembre 1870 au 31 janvier 1871, les troupes allemandes qui protégèrent les lignes d'investissement de Paris et marchèrent contre Artenay et Orléans, Gien et Briare, Vierzon et Salbris, Beaugency et Vendôme, Blois et Tours, le Mans et Alençon, perdirent 21 694 officiers, sous-officiers et soldats tués, blessés ou disparus. Dans ce nombre il faut compter 876 officiers, 1737 sous-officiers, 201 tambours et clairons, 102 volontaires et 14639 soldats. Les tués s'élèvent à 3579, dont 246 officiers, et les disparus à 4139, dont 60 officiers. Parmi les disparus, 401 officiers, sous-officiers ou soldats bavarois le sont encore.

» Dans la région au nord de Paris, c'est-à-dire dans les départements de l'Aisne et de la Somme, de l'Oise, de la Seine-Inférieure et de l'Eure, les pertes qu'eurent à subir les deux corps d'armée prussiens contre l'armée française du Nord et contre les détachements de mobiles organisés sur la basse Seine, depuis le 16 novembre 1870 jusqu'au 30 janvier 1871, s'élèvent au total de 6887 officiers, sous-officiers ou soldats tués, blessés ou disparus. Le nombre des tués est de 938, parmi lesquels 56 officiers.

» Pendant ces différentes opérations capitulaient successivement les diverses places fortes de la région française envahie.

» Les pertes éprouvées par les troupes assiégeantes devant ces places varient, sauf pour Strasbourg, Verdun et Belfort, entre 60 et 100 officiers, sous-officiers et soldats tués, blessés ou disparus.

» Le siége de Strasbourg, avec les pertes subies par les colonnes mobiles en surveillance dans les Vosges, a coûté aux Prussiens 1046 officiers, sous-officiers et soldats, dont 185 tués et 50 disparus; celui de Verdun, 271 officiers, sous-officiers et soldats, dont 40 tués et 44 disparus; Belfort, avec les pertes subies par des colonnes mobiles vers Montbéliard, 1550 officiers, sous-officiers et soldats, parmi lesquels 272 tués et 121 disparus.

» Dans les combats contre l'armée française de l'Est, à Villersexel le 9 janvier, à Sainte-Marie le 13 janvier, dans les quatre jours de bataille sur la Lisaine, 15-18 janvier, dans les attaques du corps de Bressolles, au sud de Montbéliard, dans les combats devant Dijon le 23, de Salins le 26, les attaques de Chaffois le 29, et de Pontarlier le 1er février, le 14e corps et la 5e armée allemande perdirent 4581 officiers, sous-officiers et soldats tués, blessés ou disparus; tués : 850, dont 46 officiers.

» En résumé, les armées allemandes perdirent, du 4 octobre 1870 au 7 février 1871, dans les départements des Vosges, de la Haute-Marne, de la Côte-d'Or, de la Haute-Saône et du Doubs : 7091 officiers, sous-officiers

et soldats. Cette somme se décompose en 1351 tués, dont 68 officiers, 1856 blessés grièvement, dont 70 officiers, et 3106 blessés, dont 153 officiers.

» La récapitulation générale des pertes des armées ennemies montre que : la première partie de la guerre, du 24 juillet au 3 septembre, a coûté aux troupes allemandes 74786 officiers, sous-officiers et soldats tués, blessés ou disparus; et la seconde partie, du 3 septembre 1870 au 30 mai 1871, 54484 officiers, sous-officiers et soldats tués, blessés ou disparus.

» En septembre, les pertes devant Paris, Metz, Toul et Strasbourg atteignent 3368 officiers, sous-officiers et soldats tués, blessés ou disparus.

» En octobre, devant Paris, Metz, Soissons et Schlestadt, avec les opérations en rase campagne, elles atteignent 6420 officiers, sous-officiers et soldats tués, blessés ou disparus.

» En novembre, avec les siéges de Paris, de Verdun, de Thionville et de Neuf-Brisach, elles s'élèvent à 9107 officiers, sous-officiers et soldats tués, blessés ou disparus.

» En décembre, avec les siéges de Phalsbourg et de Montmédy, les pertes s'élèvent à 19297 officiers, sous-officiers et soldats tués, blessés ou disparus.

» En janvier, avec les siéges de Mézières, Péronne, Longwy, Belfort et Bitche, les combats du 1er février sur la frontière suisse et les pertes isolées pendant l'armistice, elles atteignent 16237 officiers, sous-officiers et soldats tués, blessés ou disparus.

» La somme des sommes des pertes allemandes, du fait d'armes de guerre seulement, du 24 juillet 1870 au 30 mai 1871, est de 129250. Ce total se décompose ainsi : 5153 officiers, dont 1379 tués ou morts des suites de blessures avant le 1er mai 1871; 11095 sous-officiers, dont 2454 tués ou morts des suites avant le 1er mai 1871; 1202 tambours, musiciens ou trompettes, dont 227 tués; 595 volontaires d'un an et 96425 soldats, dont 19100 tués ou morts des suites de blessures avant le 1er janvier 1871 (dans ce nombre ne sont pas compris 1169 Bavarois morts des suites de blessures, ni les 715 décès expliqués ailleurs) et 14780 disparus, absents ou prisonniers, parmi lesquels 3 officiers et 4023 sous-officiers et soldats qui sont encore absents (1872).

» L'ensemble général des décès (tués, morts des suites, disparus ou morts de maladies) dans les armées allemandes (contingents de l'Allemagne du Sud compris) est de 44996 officiers, sous-officiers et soldats.

» Les contingents entrent dans le total des hommes tués, blessés ou dis-

parus : la Bavière pour 16388; le Wurtemberg pour 2631; Bade pour 3385; la Saxe pour 6858; la Hesse Grand-ducale pour 2214.

» Le pour cent des pertes, du fait d'armes de guerre, comparé à l'effectif des officiers, des hommes de troupe et des non-combattants fournis par lesdits contingents, entrés en France, est, pour la Bavière, de 16,3; pour le Wurtemberg, de 9,5; pour le duché de Bade, de 13,4; pour la Saxe, de 15,8; pour la Hesse grand-ducale (25e division), de 14,5.

» Les affaires dans lesquelles ces contingents ont éprouvé le plus de pertes sont : ceux de la Bavière, à Baseilles, Coulmiers, Orléans et Beaugency; ceux du Wurtemberg, à Champigny; ceux du duché de Bade, dans l'Est; ceux de la Saxe, à Saint-Privat-la-Montagne et à Sedan; ceux de la Hesse, à Verneville, le 18 août.

» L'inspection des pertes par compagnie fournit la conclusion du travail présenté par M. le capitaine Leclerc.

» Dans la première partie de la guerre, le chiffre des pertes d'un grand nombre de compagnies est compris entre 100 et 170; dans la seconde partie, en janvier surtout, ce même chiffre n'est plus compris qu'entre 10 et 70. L'opiniâtreté, les aptitudes militaires ne s'improvisent ni ne se commandent; et les plus généreux élans, sans la direction qui conduit et la discipline qui tempère, ne peuvent prévaloir contre l'art et la science dans les guerres modernes. »

« M. **Larrey**, après l'analyse donnée par M. le Secrétaire perpétuel, de cette Communication sur les pertes des armées allemandes dans la dernière guerre, annonce à l'Académie que M. le docteur *Chenu*, ancien médecin principal des hôpitaux militaires, bien connu par ses travaux statistiques sur les campagnes de Crimée, d'Italie, etc., s'occupe, depuis deux ans, de la publication, plus considérable encore, des documents relatifs aux diverses catégories des hommes tués, blessés, amputés et pensionnés, morts de blessures ou de maladies et disparus, dans les armées françaises, pendant la désastreuse période de 1870-1871. »

MÉDECINE. — *Infarctus sanguins sous-cutanés du choléra et des maladies septicémiques;* par M. **Bouchut**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Cloquet, Robin, Bouillaud.)

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie des recherches nouvelles sur l'anatomie pathologique du choléra et quelques maladies sep-

ticémiques. Il s'agit de la présence d'infarctus sanguins ou embolies capillaires sous-cutanées des membres supérieurs et inférieurs, produits par la thrombose cardiaque et quelquefois par l'endocardite végétante valvulaire.

» Voici les conclusions de ce travail, qui repose sur quarante-cinq observations :

» 1° Des infarctus hémorrhagiques se produisent sous la peau et dans les interstices musculaires chez les enfants atteints de choléra, de diphtérite, d'angine couenneuse, de croup, de scepticémie typhoïde ou purulente, et même de quelques maladies aiguës inflammatoires.

» 2° Les infarctus hémorrhagiques sous-cutanés du choléra, des maladies aiguës septicémiques ou inflammatoires, ont de 2 à 12 millimètres de diamètre et se révèlent par une tache bleuâtre ou violacée du tissu cellulaire, visible à travers la transparence de la peau.

» 3° Ces infarctus sous-cutanés sont toujours accompagnés d'endocardite végétante valvulaire et de thrombose cardiaque, avec dépôts fibrineux sur les valvules et sur les colonnes charnues du cœur.

» 4° Il est probable que les infarctus sanguins sous-cutanés résultent d'embolies capillaires artérielles, mais cela est impossible à démontrer.

» 5° Ces infarctus apoplectiques peuvent quelquefois suppurer et donner lieu à des abcès sous-dermiques.

» 6° Des infarctus hémorrhagiques semblables existent presque toujours dans les poumons, où ils amènent de l'infiltration purulente et de petits abcès.

» 7° On rencontre aussi, mais plus rarement, ces infarctus dans le foie, dans les reins, dans les muscles et dans le tissu conjonctif intermusculaire.

» 8° Aux infarctus apoplectiques disséminés de la peau et des viscères, il faut joindre le purpura, qui est rare, la leucocythose aiguë, qui est très-commune et qui accompagne les cas graves, enfin la dégénérescence graisseuse des reins, accompagnée d'albuminurie.

» 9° Les infarctus apoplectiques sous-cutanés n'ont rien de spécial au choléra ni à la diphtérite, car ils existent dans la septicémie typhoïde grave et dans la résorption purulente.

» 10° La recherche de ces infarctus pendant la vie est très-utile sous le rapport du pronostic; car, en indiquant la mort probable, elle peut servir à empêcher l'emploi de médications hasardeuses, ou d'opérations qui n'auraient aucune chance de succès. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Assainissement des terrains marécageux par l'*Eucalyptus globulus; par M. **Gimbert**. (Extrait.)

(Renvoi au Concours des prix de Médecine, fondation Montyon.)

« D'après des documents qui nous parviennent de tous côtés et des sources les plus sérieuses, il paraît acquis à l'hygiène et à l'agriculture que la fièvre intermittente disparaît là où prospère l'*Eucalyptus globulus*. Un arbre qui pousse avec une rapidité incroyable, qui peut absorber dans le sol dix fois son poids d'eau en vingt-quatre heures, qui répand dans l'atmosphère des émanations camphrées antiseptiques, devait à coup sûr jouer un rôle très-important dans l'assainissement des contrées miasmatiques. Grâce à ces propriétés singulières, il était capable de pomper directement et rapidement l'eau des marécages superficiels, de prévenir les fermentations qui s'y produisent et de paralyser, par ses effluves, les miasmes animalisés qui pouvaient en provenir. Ces prévisions, énoncées en 1869 (1), se réalisent tous les jours. Il suffira de relater ici quelques-uns des nombreux résultats d'assainissement produits par ce végétal pour convaincre le lecteur.

» Les Anglais ont fait les premiers essais de plantations assainissantes dans la colonie du Cap. En deux ou trois années, ils ont changé les conditions climatériques et l'aspect des régions insalubres de leur possession.

» Quelques années après, les Algériens répandirent l'*Eucalyptus* dans notre Afrique. Voici quelques-uns des résultats obtenus.

« A 32 kilomètres d'Alger, à Pondouk, dit M. Trottier (2), je possédais une propriété dont l'habitation se trouvait près de la rivière Hamyze qui, par ses émanations, donnait chaque année la fièvre paludéenne aux fermiers et à leurs serviteurs. Au printemps de l'année 1867, je plantai sur cette ferme 13000 *Eucalyptus globulus;* en juillet 1867, époque où les fièvres commencent à sévir, les fermiers eurent une immunité complète. Les arbres cependant avaient à peine 2 ou 3 mètres d'élévation. Depuis lors, la population sédentaire a été exempte de fièvres. »

» La ferme de Ben-Machydlin, dans les environs de Constantine, était, il y a quelques années, réputée par son insalubrité (3); elle était couverte de marécages en hiver et en été. Aujourd'hui tout cela a disparu. 14000 pieds d'*Eucalyptus* ont desséché complétement le sol en cinq ans; ils répandent

---

(1) *Bulletin de la Société des Sciences de Cannes;* 1869.

(2) Extrait d'une lettre que M. Trottier a bien voulu m'écrire, le 19 novembre 1872.

(3) Rouverel-Watel. *Bulletin de la Société d'Acclimatation;* 1872.

constamment dans l'atmosphère des vapeurs aromatiques. Les fermiers n'ont plus la fièvre; leurs enfants sont brillants de santé et de vigueur.

» L'usine du Gué de Constantine était entourée d'un marécage dont les émanations pestilentielles rendaient le fonctionnement de l'établissement impossible pendant l'été. M. Saulière eut l'idée de semer dans ces mares une grande quantité d'*Eucalyptus;* en trois années, 5 hectares de sol bourbeux se sont convertis en un magnifique parc. Les eaux ont été littéralement bues par les arbres, et les ouvriers n'ont plus la fièvre.

» La même révolution hygiénique s'est opérée, par suite de grandes plantations d'*Eucalyptus globulus,* dans la ferme de la Maison-Carrée, située dans ces parages, et dans laquelle les habitants succombaient à l'impaludisme.

» Ces grands et rapides succès sont consignés dans un Rapport fait par un jury agricole, et ne sont point, par conséquent, le fait d'une illusion personnelle.

» Des propriétaires de Cuba, auxquels nous devons accorder toute créance, nous ont affirmé que, dans les régions malsaines de l'île où l'on plante l'*Eucalyptus* depuis quelques années, on voit les maladies paludéennes ou telluriques disparaître.

» Au dire de Ramel, l'Australie est salubre là où prospère l'*Eucalyptus*, morbigène dans les parties où l'arbre n'existe pas.

» Sur les rives du Var, il existe, à l'entrée du pont du chemin de fer, une maison de garde-barrière voisine de terrassements, de colmatages, que l'on avait dû faire lorsqu'on endigua la rivière pour bâtir le pont. Cette maison était meurtrière; toutes les années, on était obligé de changer les gardiens, dont l'impaludisme ruinait la santé. M. Villard, ingénieur de cette section du chemin de fer, fit planter, il y a deux ans, quarante arbres dans le voisinage de l'habitation; dès cette année, les employés de la voie furent préservés de la fièvre et, depuis lors, ce poste est un des plus sains de la contrée.

» Cet exposé nous dispense de faire ressortir toute l'importance de pareils résultats, et nous serions heureux si nous pouvions provoquer de la part des particuliers ou du gouvernement des applications de ce procédé d'assainissement. »

AGRICULTURE. — *Études sur le Phylloxera;* par M. **Max. Cornu.**

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Le Phylloxera qui vit sur les racines des vignes et celui qui vit aux dépens des feuilles constituent une seule et unique espèce. En transportant le second à l'état de jeune ou à l'état d'œuf sur les racines, on le voit se développer, acquérir des tubercules, comme MM. Planchon et Signoret l'ont vu et comme j'ai pu le constater moi-même. Il produit, en outre, sur les radicelles, comme le Phylloxera des racines, ces renflements spéciaux qui pourrissent ensuite et occasionnent enfin, mais plus ou moins rapidement, l'inanition et la mort de la vigne. J'ai insisté sur ce point (*Comptes rendus* du 21 juillet dernier). Ainsi, les deux formes radicicole et gallicole peuvent dériver, la première de la seconde; l'expérience directe que j'ai répétée encore ces jours-ci le prouve sans réplique; c'est un fait qui doit être considéré comme hors de doute. Les différences qui existent entre ces deux formes sont, du reste, assez faibles, ainsi que je l'ai montré dans ma dernière Lettre, puisqu'elles ne portent que sur des caractères variables dans la même forme.

» Mais une objection très-grave, au premier abord, peut être opposée à cette affirmation. Comment se fait-il que les galles soient si rares dans nos vignes? Et pour bien montrer toute l'étendue de cette objection, je vais la développer un peu.

» On ne rencontre en Europe ces galles phylloxériennes que dans quelques serres, en Angleterre, où M. Westwood les observa dès 1863, et en France, chez M. Laliman, où elles furent trouvées en juillet 1869. M. Planchon en trouva à Sorgues, à la même époque, sur trois pieds d'un cépage qu'il rapporta au Tinto. Ainsi, en France, Bordeaux et Sorgues sont les deux seules localités où les galles aient été produites *naturellement*. Dans le premier cas, elles se présentent chaque année sur des cépages américains, c'est-à-dire dérivés de vignes autres que le *Vitis vinifera*. Dans le second cas, il n'est pas impossible que ces trois pieds appartiennent à une vigne américaine. En effet, ce cépage fut montré à M. H. Marès, ampélographe habile, et, malgré son propre examen et les connaissances réunies de diverses personnes, il ne fut pas possible de le déterminer avec certitude. Il se rapprochait du Tinto; mais on sait que les vignes américaines se rencontrent parfois disséminées dans nos cultures, où l'on en a introduit depuis plus de quarante ans dans un grand nombre de localités; certaines d'entre elles, et notamment le *Vitis vulpina*, sont très-semblables comme

port au *Vitis vinifera*, et les dérivés peuvent être confondus avec des variétés indigènes. Quoi qu'il en soit, du reste, ces trois pieds ne furent pas retrouvés, et l'on ne rencontra plus de galles à Sorgues. En dehors de cette *seule et unique* fois, on n'en a *jamais* rencontré dans l'immense périmètre (1 million d'hectares) qui circonscrit la partie envahie par le parasite dans le midi de la France.

» Disons encore que, dans le cas où l'on a obtenu des galles sur des vignes européennes, ce fut toujours dans des expériences spéciales, par le moyen de Phylloxeras tirés d'autres galles.

» Ainsi donc on peut se demander, l'identité des deux formes radicicole et gallicole étant établie rigoureusement d'ailleurs, pourquoi l'on n'observe de Phylloxeras des galles que dans une localité *unique* et circonscrite de la France. Telle est l'objection présentée dans toute sa force.

» Voici ce que l'on peut répondre.

» Les galles ne se rencontrent naturellement que sur les cépages *américains* (sauf le cas unique et douteux d'ailleurs de Sorgues); mais il faut se garder de croire qu'elles y soient communes, même dans les terrains envahis. Chez M. Laliman, on n'en observe ni sur tous les pieds de la même espèce ou de la même variété, quand bien même ils sont situés côte à côte (exemple : Isabella, Catawba, Fokalon dérivés du *Vitis labrusca*) ni tous les ans sur le même pied. Un Fokalon qui, l'an dernier, était chargé de ces galles et divers cépages rapportés au *Vitis cordifolia*, sur lesquels j'en ai récolté l'an dernier, n'en présentent aucune cette année. Des Isabella meurent sous l'action du parasite sur leurs racines, et leurs feuilles n'en offrent aucune trace. Divers pieds de Clinton (*Vitis riparia*) croissant non loin les uns des autres ou d'individus d'une autre espèce couverts de galles en sont les uns exempts, les autres entièrement couverts. Ces variations s'observent également en Amérique et sont connues depuis l'origine de l'étude du Phylloxera; de sorte que, en résumé, on peut dire que, si le Phylloxera se montre exceptionnellement sur les feuilles de vignes européennes, il est loin de se présenter constamment sur les vignes américaines elles-mêmes; son apparition semble y être très-irrégulière et les conditions qui la déterminent ne sont pas encore connues. Ajoutons encore que la présence de l'insecte sur les feuilles n'exclut en rien sa présence sur les racines, ainsi que nous l'avons vérifié ces jours-ci avec M. Laliman en compagnie de M. Durieu de Maisonneuve, l'habile directeur du Jardin des Plantes de Bordeaux.

» Les personnes qui ont obtenu des galles sur les cépages européens sont au nombre de *trois* seulement.

» M. le Dr Signoret qui le premier, en 1869, les fit développer en déposant des jeunes d'autres galles sur les feuilles du chasselas.

» M. Laliman les observa sur un malbec (cépage du Bordelais) qui entrelaçait ses rameaux avec ceux d'un *Vitis cordifolia*. Ce fait fut signalé à l'Académie au mois de septembre dernier par M. Duclaux et moi.

» M. Balbiani les obtint, cette année, sur un chasselas en déposant des pucerons des galles sur les feuilles non adultes; les jeunes, issus de ces nouvelles galles, servirent à obtenir une deuxième génération de galles.

» M. Laliman, cette année même, les a fait développer sur un chasselas de son jardin en déposant, sur les rameaux, des feuilles chargées de galles.

» Ce sont les seuls exemples que je connaisse. Ainsi le Phylloxera des feuilles peut se développer sur nos cépages; mais on doit se garder de croire que l'expérience réussisse toujours. En ce qui me concerne, je n'ai pas été très-heureux et je n'ai pas été le seul dans ce cas. J'ai fait des essais divers qui n'ont pas abouti; mais une expérience faite avec soin, quel qu'en soit le résultat, comporte toujours un enseignement; je demande la permission de citer les miennes. On verra que les insuccès nombreux ne m'ont pas découragé, et, de tout cela, il pourra sortir une conclusion de quelque utilité.

» J'ai d'abord employé des insectes provenant de galles de cépages américains cómme les observateurs cités plus haut.

» Je me suis d'abord adressé au *Vitis vinifera;* je rapporterai en une seule fois mes tentatives qui furent faites du mois de juillet au mois d'octobre sur des plantes ou des bourgeons en pleine végétation.

» Je déposai dans un bourgeon à peine débourré des œufs nombreux; je plaçai à plusieurs reprises, sur des feuilles tendres et délicates, un grand nombre d'insectes jeunes et agiles (de vingt à quarante), sans aucun succès.

» J'ai répété l'expérience à l'air libre dans une chambre à l'abri du vent, à la lumière diffuse, aux rayons ardents d'un soleil intense; les insectes ont abandonné les feuilles jeunes ou adultes sur lesquelles ils avaient été déposés un à un. Cet insuccès fut d'autant plus étonnant que l'une des expériences fut faite sur le même cépage, avec le même mode d'opération, les mêmes matériaux (il avait bien voulu les partager avec moi) que M. Balbiani; il réussit et j'échouai. Le Dr Signoret, auquel je rapportai ma mésaventure, en m'en étonnant, me raconta que lui-même, qui avait le premier obtenu artificiellement des galles, n'avait pas été plus heureux que moi cette année.

» Je répétai des expériences analogues sur des vignes américaines, et tout d'abord je croyais devoir réussir aisément; il n'en fut pas ainsi.

» Sur le *Vitis rupestris*, Engelmann, je choisis une branche en bel état de développement, je notai trois feuilles longues, l'une de 2 centimètres, l'autre de $3\frac{1}{2}$ centimètres, et la troisième de $4^c,20$. J'y déposai trente-trois jeunes : au bout d'une heure, ils avaient quitté les feuilles; je recommençai avec les mêmes feuilles, avec d'autres prises à une autre branche, à plusieurs jours d'intervalle, sans obtenir qu'un seul insecte s'y fixât.

» Je joins à cette Note un croquis qui montre l'état dans lequel se trouvaient les feuilles mises en expérience.

» La même opération fut répétée avec le *Vitis canescens*, Engelm., le *Vitis vulpina*, le *Vitis cordifolia* type, et la variété du précédent, érigée maintenant en espèce, le *Vitis riparia*, et sur chaque espèce, malgré des essais réitérés, elle n'eut aucun résultat. Il en fut de même pour une vigne récemment apportée d'Amérique, dont le pépiniériste ne put me dire le nom, mais qui doit être rapportée au *Vitis labrusca* ou au *V. æstivalis*, si difficiles à distinguer en l'absence des fruits.

» Ainsi, quoique j'aie recommencé jusqu'à trois ou quatre fois sur des plantes, dont quelques-unes offrent généralement des galles en Amérique (*V. cordifolia* type, et *V. riparia*), quoique j'y aie répandu un grand nombre d'insectes à plusieurs reprises, je n'ai obtenu aucune galle.

» J'ai enfin obtenu un succès dans les circonstances suivantes. M. Laliman m'avait montré un magnifique raisin rose d'un goût fort agréable, le *delawarre*, qui est rapporté au *Vitis æstivalis*.

» J'en remis quelques graines à M. Durieu de Maisonneuve, directeur du Jardin public à Bordeaux; il voulut bien les semer en octobre 1872 : il en provint, au mois de juin dernier, quatre petites plantes qui ont aujourd'hui cinq à six feuilles, dont les plus longues ont $5\frac{1}{2}$ centimètres et sont larges de $6\frac{1}{2}$ centimètres environ. Leur forme rappelle surtout le *V. cordifolia*.

» Le 17 septembre dernier, je déposai, sur une feuille jeune encore et luisante, *soixante-cinq* jeunes des galles, tous agiles; le lendemain, je n'en retrouvai qu'un petit nombre, morts et desséchés à la surface de cette feuille. J'avais mis, en outre, une feuille chargée de galles en contact avec une feuille jeune encore; je fis des deux un petit rouleau et je les introduisis toutes les deux, ainsi disposées, dans un tube étroit qu'elles remplissaient complétement, et je les laissai ainsi ensemble de quatre à cinq jours : les

jeunes se répandirent sur les parois des tubes et allèrent où bon leur sembla.

» Je crus d'abord à un insuccès, car *rien ne se développa sur les feuilles mises en expérience*, mais, le 3 octobre, après seize jours, j'aperçus, sur une feuille presque adulte, quatre galles dont une seule avec un insecte (les trois autres avaient été abandonnées probablement, comme cela se voit quelquefois), et sur une feuille très-jeune, longue de 6 millimètres, deux galles en bel état se sont développées.

» On peut remarquer la disproportion qu'il y a entre le nombre des galles produites (6) et celui des insectes déposés (65) et de ceux qui durent naître des œufs nombreux renfermés dans les galles mises en expérience. Ainsi j'ai obtenu une série d'insuccès complets avec les cépages européens, dans des circonstances identiques en apparence avec celles qui donnèrent des résultats heureux à M. Balbiani. J'ai eu aussi une série d'échecs avec les cépages américains sans que je pusse en remarquer la raison. Quoique des expériences négatives ne prouvent pas grand'chose d'ordinaire, il semble bien ressortir de là que la production des galles n'est pas aussi facile à obtenir qu'on pourrait le supposer au premier abord et qu'elle exige un concours de circonstances encore à déterminer.

» Quant à la production des galles par le moyen des insectes des racines, elle n'a été obtenue par personne que je sache; les essais tentés jusqu'ici par moi dans ce but n'ont pas encore réussi.

» J'ai opéré sur l'aramon, cépage de l'Hérault, en avril, sur le chasselas, de juillet à octobre, pour les vignes européennes; sur les *Vitis vulpina*, *V. cordifolia*, le *Vitis rupestris* et le *V. canescens*.

» J'ai même, dans bien des cas (*Vitis æstivalis* ou *Labrusca*, dont j'ai parlé plus haut), enfermé des racines couvertes d'œufs, de jeunes, de mères pondeuses, dans un flacon fermé avec un bouchon coupé en deux; le bourgeon terminal et les feuilles jeunes y furent placés; le tout fut mastiqué avec du suif pour empêcher les jeunes de s'échapper. Le flacon fut abandonné plusieurs jours dans cet état. Il n'y eut aucun développement.

» Ce qui vient d'être dit explique ou, du moins, montre pourquoi les galles sont rares sur les cépages américains eux-mêmes. Cette rareté n'infirme en rien l'identité, parfaitement établie d'ailleurs, de la forme radicicole et de la forme gallicole du *Phylloxera vastatrix*. Les insectes paraissent se fixer peu volontiers sur les feuilles. »

VITICULTURE. — *Effets que le sulfure de carbone, employé pour détruire le Phylloxera, paraît exercer sur la vigne.* Lettre de M. **Lecoq de Boisbaudran** à M. Dumas.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Les craintes que vous m'exprimiez, il y a quelques mois, au sujet de l'envahissement probable des Charentes par le Phylloxera, n'étaient que trop fondées : l'insecte destructeur a été trouvé dans nos environs il y a cinq semaines. Quand j'ai écrit à ce sujet à l'Académie, je n'avais encore pu visiter que des terrains argileux et argilo-sableux appartenant au cru dit des *Borderies :* j'ai, depuis lors, reconnu la présence du Phylloxera dans les sols crayeux du cru désigné dans le pays sous le nom de *Grande-Champagne*. Les renseignements qui me sont parvenus des autres points de la contrée montrent que le Phylloxera a commencé son œuvre en beaucoup d'endroits. Les progrès du mal ont été très-grands pendant le mois dernier. Au lieu de quelques hectares, ce sont maintenant des dizaines d'hectares qui sont totalement détruits dans la seule partie de la commune de Cognac située sur la rive droite de la Charente.

» Il a été fait, chez M. Thibaud (en présence de M. Maxime Cornu), une expérience sur le traitement par le sulfure de carbone. Voici les résultats constatés au bout de dix-sept jours.

» Toutes les feuilles des ceps traités sont complétement *sèches* (1), mais encore attachées aux branches, lesquelles sont néanmoins vertes à l'intérieur. L'aspect des racines n'a pas paru modifié : seulement, il a été impossible à trois observateurs (M. Thibaud, M. G. Kandratowicz et moi) d'y découvrir un seul Phylloxera; il y en avait cependant *beaucoup* sur ces plants avant l'expérience, et l'on en trouve des quantités considérables sur les racines des ceps voisins non traités. Les insectes ont donc été tués ou chassés; dans le premier cas, ils auraient subi une prompte décomposition.

» On verra si les vignes traitées pousseront au printemps; en ce moment, elles ont fort triste mine. Dans tous les cas, la dépense de ce traitement dépasserait tellement la valeur de nos récoltes, qu'il ne deviendrait applicable que si l'on découvrait une autre vapeur toxique, beaucoup plus économique. M. Thibaud a bien voulu se charger d'exécuter, chez lui, quelques essais avec les substances que je lui désignerai. »

(1) On avait traité des ceps attaqués à divers degrés, et par conséquent dont les uns avaient peu et les autres beaucoup de pampres.

M. A. Roussille adresse une Note sur les ravages que pourrait exercer le sulfure de carbone, employé pour détruire le Phylloxera, sur la vigne elle-même.

Les expériences de l'auteur ont porté sur des buis et sur un poirier, qui étaient envahis par des pucerons, et qui ont été tués, en même temps que les insectes, par le sulfure de carbone.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. Gagnat adresse une Note relative à l'importance de la fumure, combinée avec l'emploi des insecticides, pour combattre le Phylloxera.

(Renvoi à la Commission.)

M. A. Pellerin soumet au jugement de l'Académie une Note sur une machine à gaz.

(Commissaires : MM. Morin, Tresca.)

M. Ch. Cros adresse une Note relative à l'étude des couches ligneuses annuelles que présente la coupe des arbres exogènes.

(Commissaires : MM. Brongniart, Duchartre, Trécul.)

M. E. Duchemin adresse une Note intitulée : « De la boussole circulaire et de son aimantation; système de compensation appliqué aux compas de la marine ».

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. H. Girard adresse une Note relative à l'emploi de matelas à air, propres à être étendus sur le sol, près des édifices incendiés, pour recevoir les habitants des étages supérieurs.

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

M. Romanowski adresse des remarques concernant la cause et la nature du choléra.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

M. A. Brachet adresse de nouveaux documents sur les perfectionnements à apporter au microscope.

(Renvoi à la Commission du prix Trémont.)

M. A. **Bouvet** adresse une Lettre relative à ses Communications sur les aérostats.

(Renvoi à la Commission.)

M. A. **Piche** adresse une Note relative à un système de représentation graphique des observations météorologiques.

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Ch. Sainte-Claire Deville.

Un **Auteur anonyme** adresse, par l'entremise de M. *Ph. Jourde,* un Mémoire sur un propulseur destiné à augmenter la vitesse des navires à voiles.

On fera savoir à M. Jourde que l'Académie, ne pouvant examiner les travaux anonymes, attendra, pour prendre connaissance de ce Mémoire, que l'auteur se soit fait connaître.

CORRESPONDANCE.

L'**Institut impérial des Mines de Saint-Pétersbourg** invite l'Académie à vouloir bien se faire représenter par l'un de ses Membres au Jubilé du centième anniversaire de sa fondation, qui doit avoir lieu le 2 novembre prochain.

(Renvoi à la Commission administrative.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale à l'Académie deux Rapports de M. *J.-A. Barral*, sur un Concours de machines à faucher et sur un Concours de machines à moissonner, et donne lecture du passage suivant de la Lettre d'envoi :

« Il est constaté, par ces Rapports, que, depuis dix ans, les machines à moissonner ont fait le progrès de très-bien couper, en même temps que d'exécuter un javelage parfait. Il y a dix ans, chaque machine devait être suivie par trois ou quatre hommes; aujourd'hui, il suffit du seul conducteur de l'attelage, qui est lui-même commodément assis sur les machines. On peut dire que, pour la moisson, se trouve désormais accomplie la même révolution qu'a faite, il y a quarante ans, pour le battage des céréales, l'invention de la machine à battre. Le travail à la faux va peu à peu disparaître, comme a maintenant complétement disparu le travail au fléau. Les ouvriers agricoles sont ainsi affranchis des deux opérations les plus pénibles et les plus insalubres qu'ils avaient à effectuer, sans que pour cela ils voient diminuer la quantité de travail qu'on leur demande, grâce aux progrès généraux de l'agriculture qui, pour produire davantage, exige que l'on donne à la terre des façons plus diverses. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la grandeur et les variations du diamètre solaire;* 2e Note de M. L. **Respighi**, présentée par M. Faye. (Extrait.)

« Le P. Secchi, dans sa Note *Sur les taches et le diamètre solaire* (*Comptes rendus*, 1872, t. LXXV, p. 1581), a annoncé à l'Académie que la durée du passage du diamètre solaire, mesurée sur les images monochromatiques obtenues dans la lunette spectroscopique avec le prisme à vision directe devant la fente du spectroscope, était inférieure à la durée donnée par le *Nautical Almanac* de Greenwich, d'une quantité égale à $0^s,6$ environ; il en a conclu que le diamètre de l'image monochromatique du Soleil est inférieur, d'au moins 8 secondes, au diamètre de l'image à lumière composée, obtenue par la lunette simple avec les verres colorés. Ce résultat inattendu n'était appuyé que sur deux séries de passages, observés les 8 et 9 novembre 1872, dans des conditions atmosphériques peu favorables, comme le P. Secchi l'a dit lui-même. Possédant les deux combinaisons spectroscopiques du P. Secchi, j'ai cherché à vérifier ce résultat.

» De nombreuses observations, exposées dans ma Note *Sulle variazioni del diametro solare*, etc., publiée dans les Actes de l'Académie royale des *Nuovi Lincei*, 1873, ne présentent, avec les durées du passage du diamètre solaire données par le *Nautical Almanac*, que de petites différences de l'ordre des erreurs probables; j'en ai conclu que l'on ne pouvait pas admettre la différence de $0^s,6$, donnée par le P. Secchi.

» Je n'ai remarqué aucune différence entre la durée des passages avec les raies obscures et avec les raies renversées de la chromosphère; j'ai seulement remarqué que, avec les raies C et F, l'observation des contacts était moins sûre, à cause de leur renversement subit près de ces contacts.

» Le P. Secchi avait trouvé aussi que la durée du passage était un peu plus grande lorsque le Soleil était voilé par le brouillard; dans ces circonstances, je n'ai trouvé aucune différence appréciable, seulement l'observation des contacts était plus sûre et les résultats plus concordants.

» Je devais, dès lors, rechercher quelles circonstances avaient pu produire cette différence de $0^s,6$, dans la durée des passages du diamètre solaire. Le P. Secchi n'a jamais donné les détails de ses observations : on pouvait donc attribuer les erreurs à des causes accidentelles, telles que l'imparfaite rectification et l'instabilité de l'instrument, l'influence de la réfraction atmosphérique, etc. Je savais bien que chacune de ces causes d'erreur, isolée, ne pouvait pas produire la différence trouvée par le P. Secchi : j'ai voulu indiquer seulement que leur ensemble avait pu influer sur le résultat.

» Aujourd'hui, le P. Secchi assure avoir écarté ces causes d'erreur; mais il reste toujours la principale, savoir, l'influence des variations de température du prisme.

» Les expériences faites à Palerme par le professeur Blaserna et à Vienne par M. Stefan, sur les déplacements des raies spectrales dans les prismes par les variations de la température, ont montré qu'il suffit d'une petite variation de température pour produire un déplacement sensible dans ces raies : on est donc fondé à supposer que, dans un prisme à vision directe très-absorbant, fixé près du foyer d'une grande lunette, et sujet, comme l'assure le P. Secchi, à des avaries causées par l'intensité de la chaleur solaire, les raies spectrales ou l'image spectrale du Soleil sont sujettes à des déplacements sensibles, même pendant la durée de passage de cette image; ces déplacements seraient d'ailleurs dans le sens de la différence trouvée par le P. Secchi.

» A cet égard, le P. Secchi dit que la température du prisme arrive assez rapidement à un état d'équilibre pour donner des résultats constants; que, autrement, les différences seraient progressives, et non pas constantes, comme celles que fournit l'observation; mais on ne peut accepter ni l'une ni l'autre de ces conséquences; car, pendant chaque passage de l'image solaire, la température du prisme ne peut pas rester constante, et ses variations doivent se reproduire périodiquement, dans les passages successifs, indépendamment de la température absolue du prisme : ce sont précisément ces variations périodiques qui peuvent déplacer l'image solaire d'une quantité presque constante dans tous les passages successifs, et altérer ainsi la durée de ces passages. Cette influence, si elle existe dans mon instrument, doit être peu sensible, à cause de la moindre quantité de chaleur donnée par l'objectif, dont l'ouverture, pour ces observations, est réduite à moitié par un diaphragme, et à cause de la faible absorption du prisme construit par M. Hoffmann, dont la monture est protégée contre la radiation solaire par un autre diaphragme.

» J'ajouterai que, dans ces observations, il y a d'autres causes d'erreur : par exemple, l'ondulation ou l'agitation du bord solaire, et l'erreur personnelle dans l'observation des deux contacts.

» Les prismes à vision directe très-absorbants, comme celui du P. Secchi, peuvent faire disparaître presque complétement ces ondulations et donner un contact en apparence régulier entre le bord solaire et la fente, mais on ne peut pas considérer ce bord artificiel comme la limite vraie du disque solaire : cette limite, selon moi, doit ordinairement tomber entre le sommet et la base des ondulations.

» Dans le passage des images monochromatiques du Soleil, comme dans la lunette simple, les contacts des deux bords sont observés dans des conditions bien différentes, soit par la nature différente de ces contacts, soit par la différence de netteté des raies obscures ou lumineuses servant de fils micrométriques. Par conséquent, il peut exister entre les deux observations une erreur personnelle, plus ou moins sensible pour les divers observateurs, et je crois cette erreur encore plus à craindre dans les contacts pris avec les raies B et C, choisies par le P. Secchi : pour la première, à cause de la faiblesse de la partie du spectre dans laquelle elle se trouve et à cause de l'étendue du groupe de raies obscures auquel elle est unie; pour la dernière, à cause de son renversement subit au voisinage du moment des contacts.

» En énumérant ces différentes causes d'erreurs, je ne prétends pas qu'elles doivent toutes agir dans le sens de la différence trouvée par le P. Secchi; je prétends seulement que ce genre d'observations n'est pas assez sûr pour permettre de déduire d'un petit nombre d'observations, faites en deux jours, avec le même instrument, par le même observateur, quoique très-habile, et dans des conditions atmosphériques peu favorables, une conséquence aussi importante et, je dirai même, aussi étonnante que celle qu'en a déduite le P. Secchi.

» En employant le prisme objectif, plusieurs de ces causes d'erreurs sont évitées, et c'est avec plaisir que j'ai vu le P. Secchi répéter les observations des passages des images monochromatiques du Soleil avec cet appareil. Je regrette seulement qu'il ait fait trop peu d'observations, et toujours sur les deux raies B et C, pour lesquelles les contacts sont le plus incertains; malgré cela, les résultats ont déjà réduit presque de moitié la différence primitive : je crois que, si le P. Secchi continue ses observations, en prenant les contacts avec des raies obscures, bien définies et isolées, nos résultats finiront par s'accorder, entre les limites restreintes de nos erreurs personnelles.

» Avant de répondre à la Note du P. Secchi, j'ai voulu faire de nouvelles et nombreuses séries d'observations, soit avec le prisme objectif, soit avec le prisme à vision directe, et je puis assurer que les résultats moyens de vingt-quatre séries d'observations, faites en douze jours, entre le 25 août et le 19 septembre, ne présentent, avec les durées du passage du diamètre solaire données par le *Nautical Almanac*, que de petites différences, comprises en + ou − $0^s,12$. Le D[r] Di Segge, mon aide, très-exercé dans les observations des passages et dans l'usage du spectroscope, a obtenu des

résultats compris entre ces mêmes limites. Par conséquent, je dois affirmer de nouveau que, s'il y a une différence entre le diamètre des images monochromatiques du Soleil et le diamètre adopté par le *Nautical Almanac*, elle doit être bien inférieure à celle de 8 secondes, trouvée par le P. Secchi.

» Pour expliquer cette différence, le P. Secchi admet que la lumière intense de la base de la chromosphère, pour une hauteur de 4 secondes au moins, est visible dans la lunette simple avec des verres colorés ou absorbants, en continuation avec l'image donnée par la photosphère; et, à l'appui de son opinion, il cite l'agrandissement de l'image monochromatique du Soleil avec la raie C, à cause du renversement de cette raie sur la base de la chromosphère. Relativement à ce fait, je dirai que, si l'appareil spectroscopique donne l'image du bord réellement monochromatique, cet agrandissement est impossible, car la chromosphère, si la fente est étroite, ne peut donner qu'une ligne lumineuse, fonctionnant comme un fil micrométrique éclairé. En supposant même que l'intensité de la raie C et celle de toutes les raies qui se renversent à la base de la chromosphère soit égale à l'intensité des rayons limitrophes du spectre solaire, ce qui est contestable, la somme de ces raies lumineuses ne pourrait constituer qu'une lumière très-faible, en comparaison de celle qui résulte de tous les rayons compris dans les parties du spectre solaire embrassées par nos verres colorés; par conséquent, elle serait insuffisante pour produire la continuation de la photosphère.

» En accordant même au P. Secchi que les raies renversées à la base de la chromosphère soient assez nombreuses et assez intenses pour égaler la lumière de la photosphère, ce qui est loin de la vérité, on ne pourrait encore obtenir, dans le demi-diamètre solaire, qu'un accroissement d'une seconde au plus; car les observations faites pendant les éclipses totales et en plein soleil montrent que la couche des vapeurs et des gaz n'est pas élevée de plus d'une seconde au-dessus de la photosphère. Le P. Secchi porte cette hauteur à plusieurs secondes, en la déduisant du temps employé par la Lune pour franchir la couche brillante renversée, qui a été évaluée à une ou deux secondes au plus; mais il admet que, dans les éclipses totales, la Lune, en une seconde de temps, avance vers le Soleil de plusieurs secondes d'arc, tandis qu'il est certain qu'elle n'avance que d'une fraction de seconde d'arc.

» Si la chromosphère est impuissante à produire dans nos lunettes un

agrandissement sensible dans le diamètre solaire, elle doit être d'autant plus impuissante à produire dans ce diamètre des variations sensibles d'un jour à l'autre, ou d'une époque à l'autre, comme le suppose le P. Secchi. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur la théorie de la poussée des terres;* Note de M. **J. Curie**, présentée par M. Belgrand.

« M. de Saint-Venant a jugé utile, dans une Note insérée aux *Comptes rendus* (p. 234 de ce volume), de donner les motifs qui ont déterminé, en 1868, une Commission dont il est le seul membre survivant, à refuser son approbation à la théorie de la poussée des terres développée dans un Mémoire que j'ai présenté à cette époque. Tout en regrettant vivement qu'il n'ait pu admettre les conclusions de mon travail, je m'estime heureux de ce que les points sur lesquels je suis en désaccord avec lui soient nettement formulés. L'objet de la présente Note est de répondre à ses objections, et de faire saisir d'une manière encore plus claire, s'il est possible, qu'il ne l'a fait, en quoi consiste la différence qui existe entre la théorie que je propose, théorie avec laquelle les expériences mentionnées dans ma Note du 14 juillet présentent un accord frappant, et l'ancienne théorie considérée comme approximativement équivalente à la *théorie rationnelle* due à M. Maurice Levy.

» Le nœud de la question se trouve, selon moi, dans le moyen par lequel on exprime que le remblai est constitué par un demi-fluide, tel qu'un sable parfaitement sec et dépourvu de cohésion. C'est dans le cas d'un milieu pareil, formé par la superposition d'une multitude de petits corps solides, que je crois qu'il n'est pas permis d'appliquer les remarquables théorèmes de Cauchy, relatifs aux pressions qui s'exercent en un même point d'une masse solide ou fluide. Ces théorèmes supposent, en effet, une parfaite continuité du milieu que l'on considère, tandis que la discontinuité de la matière qui constitue les remblais demi-fluides place ces remblais dans une catégorie à part.

» Ce que je conteste surtout, c'est que, dans un pareil milieu, on puisse, comme le fait Cauchy pour les milieux solides ou fluides, considérer un parallélépipède élémentaire, et établir que les pressions tangentielles dirigées suivant deux axes rectangulaires soient égales.

» J'ajoute qu'il ne faut pas confondre le problème de l'équilibre absolu des différentes parties très-petites dont se compose un remblai et de leur arrangement en vue de cet équilibre avec le problème de l'équilibre d'un revêtement, équilibre dont les conditions varient nécessairement avec la

position de l'arête autour de laquelle le renversement peut se produire. On conçoit sans peine qu'au moment où le renversement devra avoir lieu, les pressions qui s'exercent dans la masse du remblai puissent se répartir pour déterminer ce renversement d'une manière variable avec la forme du revêtement, et différente de celle qui correspond à l'assiette normale du remblai. A part mon objection relative au parallélépipède élémentaire, je serais porté à penser que la théorie de M. Maurice Levy pourrait être celle qui donnerait la répartition réelle des pressions dans le cas d'un système en *équilibre stable*, cas très-différent de celui de *l'équilibre limite du revêtement*.

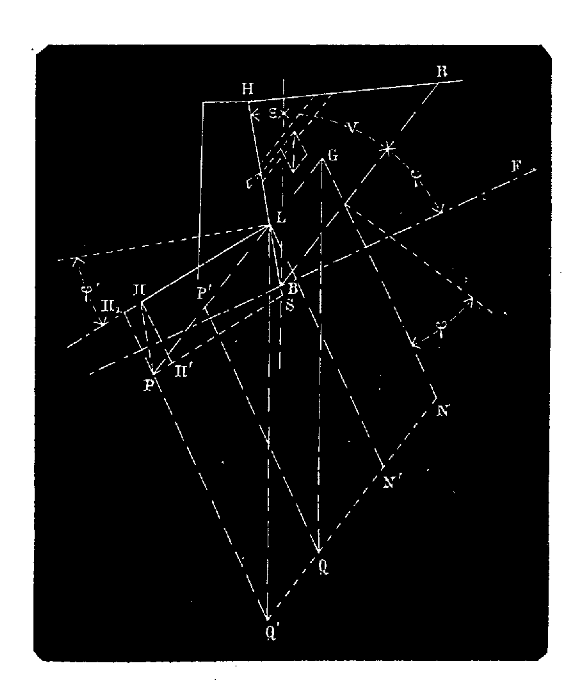
» Nul plus que moi, d'ailleurs, ne considère une théorie rigoureusement rationnelle comme infiniment supérieure à une règle empirique, qui ne saurait trouver sa confirmation que dans les limites mêmes pour lesquelles elle aurait été établie. Sous ce rapport, l'application de ma théorie m'a donné pleine et entière satisfaction, car c'est toujours par une épure préalable que j'ai déterminé les conditions de mes diverses expériences, et ce sont les expériences faites dans les conditions les plus exagérées qui ont le mieux accusé, de prime abord, l'accord avec ma théorie et le désaccord avec l'ancienne théorie.

» Je passe aux deux objections capitales de M. de Saint-Venant.

» Il n'admet pas qu'après avoir décomposé le poids Q du prisme de rupture en deux forces, dont l'une GN est détruite, et dont l'autre GP' est la poussée primitive que je transporte en LP, je décompose à son tour cette force, de manière que l'une de ses composantes LΠ, qui serait la poussée effective, étant dirigée de manière à faire l'angle φ' avec la normale à la paroi du mur, l'autre composante LS, dirigée dans le sens de la paroi du mur et exerçant son action dans le remblai, puisse être détruite par la réaction du terrain solide. Suivant lui, cette composante LS ou ΠP devrait être décomposée elle-même, au point L, en deux autres, dont l'une égale et parallèle à ΠΠ' et faisant l'angle φ avec la normale au plan de rupture BR, ou, ce qui revient au même, étant perpendiculaire à BF, serait considérée comme détruite, tandis que l'autre $\Pi\Pi_1$ s'ajouterait à la poussée LΠ pour donner la poussée véritable $L\Pi_1$, à laquelle conduit l'ancienne théorie, et qu'on peut obtenir immédiatement en décomposant le poids Q en deux forces, l'une perpendiculaire à BF, l'autre dirigée suivant $L\Pi_1$.

» Je maintiens que la composante LS peut être intégralement détruite par la réaction du terrain solide sur lequel repose le remblai dont le prisme de rupture fait partie.

» Il n'en serait pas ainsi si le prisme de rupture était un prisme solide; mais, dans le cas d'un demi-fluide, il n'y a rien qui s'y oppose. J'ajoute que c'est là ce qui établit la différence entre la poussée exercée par un demi-fluide et la poussée exercée par un prisme solide, et c'est pour cela que



l'ancienne théorie est, en réalité, applicable au cas d'un prisme de rupture solide.

» La seconde objection de M. de Saint-Venant consiste à ne pas admettre, dans le cas où *la poussée primitive* LP fait, avec la normale à la paroi BH, un angle moindre que l'angle φ' du frottement des terres contre les maçonneries, que ce soit la poussée LP qui agisse réellement contre le mur sans modification nouvelle. Il pense que, dans le mouvement initial de renversement du mur, l'extrémité inférieure de chacune des tranches élémentaires du remblai, comprises entre deux plans parallèles au plan de rupture, tendrait à être soulevée par le frottement développé, par suite du relèvement des différents points de la paroi BH, en contact avec le remblai pendant ce mouvement initial.

» Il y aurait donc, d'après M. de Saint-Venant, à tenir compte de ce frottement. J'admets qu'il en serait ainsi si les tranches élémentaires étaient solides. La réaction du mur, oblique par rapport à la direction de ces

tranches, créerait alors, en quelque sorte, un point d'appui sur lequel elles seraient soutenues.

» Dans le cas d'un demi-fluide, je conteste que les choses puissent se passer de la même manière. Les particules du remblai, en contact direct avec le mur, pourraient bien être entraînées, mais elles seraient immédiatement remplacées par d'autres, de telle sorte que l'état d'équilibre dans lequel ce frottement entrerait en jeu ne pourrait pas s'établir. Il est essentiel de remarquer que, dans ce cas, la *poussée primitive* LP est dirigée au-dessus de la poussée LΠ et qu'elle est par conséquent plus dangereuse. L'équilibre ne pourrait donc s'établir qu'à la condition qu'il y eût mouvement; car, par hypothèse, le frottement dont il s'agit ne peut être développé à l'état statique, puisque la poussée LP fait, avec la normale à la paroi du mur, un angle moindre que φ'. Ce mouvement, d'ailleurs, devrait nécessairement se produire sous l'action de la force LP, plus dangereuse que la force LΠ ; c'est donc pour la *poussée primitive* P qu'il est nécessaire et suffisant que les conditions d'équilibre soient remplies. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur la condensation des gaz et des liquides par le charbon de bois. Phénomènes thermiques produits au contact des liquides et du charbon. Liquéfaction des gaz condensés.* Note de M. **Melsens.**

« L'absorption du chlore par le charbon de bois peut aller jusqu'à représenter un poids de chlore égal à celui du charbon. La force condensante du charbon peut servir, en conséquence, à réaliser la liquéfaction des gaz non permanents.

» On sature de chlore sec du charbon placé dans un tube analogue au tube en Λ de Faraday, les deux extrémités de ce tube en siphon étant scellées ensuite à la lampe, si l'on vient à chauffer la longue branche du tube contenant le charbon, dans un bain-marie d'eau bouillante, et si l'on plonge la courte branche dans un mélange réfrigérant, une quantité considérable de chlore abandonne le charbon pour reprendre l'état gazeux, et, sous l'influence de la pression développée, ce gaz se liquéfie dans la courte branche refroidie.

» J'ai obtenu ainsi plusieurs centimètres cubes de chlore pur liquide. En enlevant le tube du bain-marie, le chlore liquide entre spontanément en ébullition et va de nouveau se condenser sur le charbon pendant que la courte branche se couvre de givre.

» On peut reproduire, pour ainsi dire indéfiniment, cette succession de

phénomènes. Ces expériences, faciles à réaliser dans les Cours publics, permettent à l'auditoire d'en observer les diverses phases (1).

» Bien que je ne puisse considérer mes expériences que comme un essai, je les ai étendues cependant à la liquéfaction d'un assez grand nombre de gaz, absorbés à froid par le charbon et s'en dégageant par une température ne s'élevant pas à plus de 100 degrés C. : le chlore, l'ammoniaque, l'acide sulfureux, l'acide sulfhydrique, l'acide bromhydrique, le chlorure d'éthyle et le cyanogène. Pour tous ces gaz, la liquéfaction peut être démontrée dans les Cours, en exposant l'histoire de ces corps.

» En réfléchissant aux faibles effets thermiques constatés par Pouillet, lors de l'imbibition des matières minérales pulvérulentes par l'eau, l'huile, l'alcool et l'éther acétique, et aux effets, un peu plus forts, constatés lors de l'absorption des mêmes liquides par les matières organisées, je me suis demandé si l'on ne pourrait pas arriver à constater des effets thermiques prononcés, en mettant en contact, avec les cellules du charbon, des liquides sans action sur lui : l'eau, l'alcool, l'éther ordinaire, le sulfure de carbone et le brome.

» L'expérience a dépassé mon attente. En employant le brome liquide, par exemple, l'échauffement est tel que, avec 1 partie de charbon et 7 à 9 parties de brome, l'élévation de température dépasse 30 degrés C., en opérant seulement sur 5 à 10 grammes de charbon.

» En opérant dans des appareils vides d'air, avec du charbon bien débarrassé de gaz à chaud et refroidi dans le vide, l'échauffement dû à l'imbibition du brome serait, sans aucun doute, bien plus considérable encore.

» Les liquides volatils condensés dans les pores du charbon, le brome, l'acide cyanhydrique, le sulfure de carbone, l'éther ordinaire et l'alcool n'en sont pas chassés, ou ne s'en dégagent que partiellement, par une température de 100 degrés C. à la pression ordinaire. J'ai fait l'expérience avec un tube de Faraday, et en opérant comme je l'ai dit pour la liquéfaction des gaz. Un tube, plein de charbon saturé d'alcool, n'en laisse rien distiller à 100 degrés. »

M. le Secrétaire perpétuel, en présentant la Note de M. Melsens, met sous les yeux de l'Académie les tubes qu'il lui a fait parvenir et à l'aide

---

(1) Les résultats précités ont fait l'objet d'une Note déposée au Secrétariat de l'Institut, le 10 février dernier. Le titre seul de cette Communication a été inséré aux *Comptes rendus*.

desquels les principales expériences, la liquéfaction du chlore, du cyanogène, etc., ont été reproduites au laboratoire de l'École Centrale.

La condensation du brome liquide par le charbon, effectuée sur quelques grammes, a donné lieu à une brusque élévation de température, le mélange passant en quelques minutes de 20 à 45 degrés.

CHIMIE MINÉRALE. — *Production par voie sèche de quelques borates cristallisés*. Note de M. A. **Ditte**.

« Lorsqu'on chauffe de l'acide borique avec un oxyde ou un carbonate métallique, on obtient en général des matières vitreuses plus ou moins transparentes, contenant à la fois l'acide et la base; mais ce ne sont pas là des combinaisons définies; leur composition dépend des proportions de matières mises en présence, et leur fusibilité varie avec la quantité d'acide borique qu'elles renferment. Quand on cherche à préparer des borates cristallisés, ayant par suite une composition bien définie, la première difficulté que l'on rencontre tient à la grande fusibilité de ces corps. Dans les circonstances où l'on se place d'habitude pour obtenir des cristaux par voie sèche, ils ne fournissent en effet, le plus souvent, que des masses transparentes, des perles vitreuses, mais sans traces apparentes de cristallisation.

» J'ai pu tourner la difficulté en opérant à température très-basse, et soustrayant les cristaux, dès leur formation, à l'influence de la chaleur. Je me sers à cet effet, comme dissolvant, d'un mélange à équivalents égaux, de chlorures alcalins, qui fond au rouge sombre, et dans lequel j'introduis des borates amorphes ou les éléments du sel que l'on veut obtenir. Le tout est placé dans un creuset de platine chauffé par une lampe à gaz, et plus fortement au fond qu'à la partie supérieure. Dans ces conditions, le fond du creuset étant porté au rouge, une portion du borate se dissout dans la matière en fusion, vient cristalliser vers le haut dans les parties plus froides, et les cristaux formés se réunissent au bord du creuset, où la température n'est qu'à peine celle de fusion des chlorures alcalins. Ils y forment, mélangés à un peu du dissolvant qui se solidifie, une sorte de bourrelet ou de couronne solide qui s'accroît peu à peu. On la détache très-facilement du creuset refroidi; on la traite par l'eau bouillante, qui dissout les chlorures et laisse à l'état de pureté les cristaux obtenus.

» I. *Borates de chaux*. — Une dissolution saturée et bouillante d'acide borique attaque facilement le spath d'Islande, en formant de petites aiguilles de borate de chaux, et les parois du vase, aussi bien que le spath,

se recouvrent, après quelques heures, d'une couche blanche et cristalline de ce sel, qui s'épaissit peu à peu. On arrive au même résultat en substituant au spath le marbre, la craie ou la dolomie; mais le produit est alors mélangé aux impuretés du carbonate de chaux employé. L'aspect de ces mamelons cristallins est comparable à celui du borate de chaux naturel de Toscane, que l'on trouve en croûtes superficielles sur des calcaires, et que Beudant attribue à la double décomposition du borax et de la chaux carbonatée. Je n'ai pu toutefois le produire ainsi : une solution bouillante et saturée de borax n'attaque pas les calcaires à la pression atmosphérique, c'est-à-dire vers 100 degrés. Quoi qu'il en soit, le sel obtenu avec l'acide borique est un borate de chaux hydraté qui renferme $3BoO^3, CaO, 4HO$, que l'on peut écrire $(2BoO^3, CaO, HO)(BoO^3, 3HO)$, en le regardant comme une combinaison d'acide borique cristallisé avec un borate de chaux analogue au borax. Ce sel perd son eau à 200 degrés et fond en un verre limpide vers 450 degrés environ.

» Quand on l'introduit dans le mélange de chlorures alcalins, en modérant beaucoup le feu, de manière à l'empêcher de fondre, on voit se former rapidement, sur les parois du creuset, un bourrelet de cristaux; s'il fond et se rassemble en une masse vitreuse, ce qui diminue de beaucoup sa surface de contact avec les chlorures, la cristallisation est considérablement ralentie. On obtient, dans ces circonstances, un borate neutre de chaux (I), qui se produit encore (II) quand on traite par les chlorures alcalins du borate précipité, provenant de l'action du borax sur l'azotate de chaux. Il se forme aussi (III) quand, dans les deux opérations qui précèdent, on ajoute au mélange fondu une petite quantité de chlorure de calcium pur; dans ce cas, le bourrelet se forme sur les parois du creuset avec une rapidité extrême et tout est bientôt transformé en cristaux. Il est toujours préférable, et pour la même raison, d'éviter la fusion de la matière au fond du creuset. Voici la composition de ce sel, qui répond à la formule BoO^3, CaO.

	I.	II.		III.		Calculé.
Chaux	44,57	44,36	44,75	44,86	44,96	44,44
Acide borique	55,42	55,63	55,24	55,14	55,03	55,56

» Les cristaux sont des prismes quadrilatères, aplatis de manière à présenter souvent la forme de lames, et qui, en s'accolant les uns aux autres, constituent des groupes cannelés; ils sont incolores, transparents, facilement solubles vers 50 degrés dans les acides nitrique et chlorhydrique

étendus de leur volume d'eau, insolubles dans l'acide acétique concentré et bouillant, et très-facilement fusibles.

» Si le chlorure de calcium, ajouté et en grand excès, formait, par exemple, le quart du mélange, la production des cristaux et du bourrelet est des plus rapides, et l'on obtient un nouveau sel renfermant plus de chaux. C'est un borate basique que l'on prépare encore en ajoutant simplement un peu d'acide borique aux trois chlorures fondus dans les proportions suivantes : 2 de chlorure de potassium, 2 de chlorure de sodium, 1 de chlorure de calcium. Ce sel a pour formule $3CaO, 2BoO^3$. Les cristaux prismatiques allongés, striés parallèlement aux arêtes latérales, sont solubles dans les acides autres que l'acide acétique.

» En ajoutant au borate de chaux précipité, ou à celui qui provient de l'action de l'acide borique dissous sur le spath calcaire, le tiers environ de son poids d'acide borique fondu, on obtient, par la cristallisation dans les chlorures, des aiguilles longues, soyeuses, légères, souvent accolées en pinceaux délicats ou en groupes plus épais. Les cristaux (I) terminés par une face inclinée sur les arêtes latérales sont du sesquiborate de chaux $2CaO, 3BoO^3$; on l'obtient directement en fondant de l'acide borique en excès avec de la chaux ; après refroidissement on trouve une masse blanche, fibreuse, formée de grandes aiguilles plates, nacrées, nettement séparée de l'acide borique excédant, et dont on extrait sans difficulté de grandes lames brillantes, solubles dans les acides (II). Voici la composition de ce sel :

	I.		II.	Calculé.
Chaux	34,66	34,68	34,34	34,78
Acide borique	65,33	65,31	65,60	65,22

» Enfin, lorsque, au lieu d'une petite quantité d'acide borique, on en met un grand excès, la cristallisation s'opère avec une lenteur extrême. Au bout de six ou huit heures, on n'obtient que quelques décigrammes de cristaux aplatis, solubles, même à froid, dans l'acide nitrique et formés de biborate de chaux.

» II. *Borates de strontiane.* — Le carbonate de strontiane est attaqué, comme celui de chaux, par une solution bouillante d'acide borique, et donne un sel qui se dépose en mamelons cristallins. Si l'on introduit ce corps, ou le borate provenant de l'action du borax sur le nitrate de strontiane, dans le mélange de chlorures alcalins, il ne fond pas comme le sel de chaux correspondant, et se transforme en cristaux de biborate de strontiane. On obtient le même sel en ajoutant au mélange un grand excès de

chlorure de strontium, qui ne joue en aucune façon ici le rôle du chlorure de calcium dans les expériences précédentes.

» Quand on fait arriver à la partie supérieure du creuset qui contient ce mélange de chlorures alcalins et de chlorure de strontium un courant de vapeur d'eau, le bourrelet très-volumineux qui se produit ne renferme que des cristaux du même sel; il contient :

	I.	II.		III.	Calculé.
Strontiane......	42,66	42,69	42,44	42,52	42,62
Acide borique...	57,33	57,31	57,55	57,48	57,38

» Ce biborate de strontiane, $SrO, 2BoO^3$, est en aiguilles longues, fines et minces, assemblées en pinceaux, et solubles, à froid, dans l'acide azotique.

» Si l'on répète les expériences qui précèdent en ajoutant de la strontiane caustique en excès, on n'obtient plus des aiguilles fines, mais des prismes à quatre pans, épais, plus volumineux et couverts de stries; ils sont terminés souvent par un pointement, et se dissolvent bien dans les acides; leur composition montre que c'est là le sesquiborate de strontiane $2SrO, 3BoO^3$.

» Un mélange, à équivalents égaux, d'acide borique et de strontiane caustique, fortement chauffé dans un creuset de charbon, laisse un résidu solide au-dessus duquel est une matière fondue. Celle-ci devient, en se refroidissant, une masse couverte d'aiguilles brillantes, qui, traitée dans le mélange de chlorures alcalins avec un peu de chlorure de strontium, cristallise très-facilement. Les cristaux, assez gros, courts, striés et terminés par un pointement, sont du borate neutre de strontiane, BoO^3, SrO.

» Enfin, si cette dernière opération se fait en présence d'un excès de strontiane caustique, les cristaux prismatiques, aplatis, accolés les uns aux autres, que l'on obtient, sont fort petits; ils sont colorés en jaune par des traces d'oxyde de fer et constituent un borate basique analogue à celui de chaux décrit précédemment; sa formule est $3SrO, 2BoO^3$.

» Ce sel, comme le précédent, se dissout facilement, à froid, dans les acides étendus autres que l'acide acétique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur l'acide tribromacétique;* par M. H. GAL.

« Dans l'étude que j'ai faite, en 1863, des dérivés bromés du bromure d'acétyle (1), j'eus occasion de préparer une certaine quantité d'acide tri-

(1) *Comptes rendus*, t. LVI, p. 1257.

bromacétique et d'indiquer quelques propriétés de ce nouveau composé. Le procédé dont je fis usage à cette époque est d'une application difficile; désireux de me procurer cette substance en plus grandes proportions pour des recherches ultérieures, j'ai pensé à oxyder le bromal hydraté par l'acide azotique fumant. M. A. Clermont ayant obtenu, par un procédé analogue, l'acide trichloracétique en grande quantité, il y avait lieu d'espérer que l'action de cet oxydant sur l'hydrate de bromal conduirait à un résultat analogue; c'est en effet ce que l'expérience a démontré.

» Le bromal hydraté se dissout dans l'acide nitrique fumant en produisant un abaissement considérable de température. Lorsque la dissolution est complète et qu'on soumet le liquide à l'action de la chaleur, il ne tarde pas à se dégager des vapeurs rutilantes qui deviennent de plus en plus abondantes; il est même nécessaire d'enlever la source de chaleur pour éviter une réaction trop vive; l'attaque se continue d'elle-même. Lorsqu'il ne se produit plus de vapeurs nitreuses, on abandonne au refroidissement la liqueur qui se prend en une masse cristalline. Les cristaux sont jetés sur un entonnoir; lorsqu'ils sont bien égouttés, il suffit de les redissoudre dans de l'eau froide, et d'abandonner la dissolution à une lente évaporation pour obtenir l'acide tribromacétique tout à fait pur. Celui-ci se présente alors sous la forme de prismes obliques à base rhombe, de fort grande dimension. Ce corps n'est pas déliquescent et peut se conserver à l'air libre.

» L'analyse de ce produit a fourni les résultats suivants :

$2^{gr},180$ de matière, brûlés par l'oxyde de cuivre, ont donné naissance à 0,680 d'acide carbonique et à 0,075 d'eau.

0,201 de substance, chauffés avec la chaux vive, ont produit, avec l'azotate d'argent, un précipité de 0,414 de bromure de ce métal.

» Ces nombres conduisent à la composition centésimale suivante :

C................	8,5
H................	0,37
Br...............	87,6

» L'acide tribromacétique exige :

C................	8,7
H................	0,33
Br...............	87,5

» Cet acide s'éthérifie avec la plus grande facilité; il suffit de le chauffer avec l'alcool pour obtenir, immédiatement après l'addition d'une quantité convenable d'eau, un produit plus lourd que ce liquide et qui n'est autre que l'éther tribromacétique.

» En présence des alcalis et sous l'action de la chaleur, le nouvel acide se décompose rapidement en donnant naissance, comme je l'ai déjà indiqué, à du bromoforme et à du carbonate de la base employée, d'après l'équation

$$C^4HBr^3O^4 + 2(MO, HO) = C^2HBr^3 + 2(MO, CO^2) + 2HO.$$

» Cette réaction est tout à fait comparable à celle que fournit l'acide trichloracétique dans les mêmes circonstances, et que M. Dumas a fait connaître depuis longtemps.

» L'acide tribromacétique est un acide très-énergique; on peut cependant le toucher sans inconvénient avec les doigts lorsqu'il est bien sec; il n'en est plus de même lorsqu'il est humide : il détermine alors sur les points de la peau où le contact a lieu une forte inflammation qui amène le soulèvement de l'épiderme.

» Les sels que forme cet acide ont une grande tendance à cristalliser. J'ai obtenu, entre autres, un sel de baryte sous la forme de longues aiguilles ayant plusieurs centimètres de longueur, et un sel de cuivre constitué par des prismes volumineux, qui paraît isomorphe avec l'acétate de ce métal. L'étude de ces composés et des autres tribromacétates fera l'objet d'une prochaine Communication. »

CHIMIE. — *Réclamation de priorité, au sujet de l'action du gaz ammoniac sur le nitrate d'ammoniaque;* par M. E. **Divers.**

« Je trouve dans le *Chemical News* du 13 juin un Extrait, d'après les *Comptes rendus* du 12 mai 1873, d'un Mémoire de M. F.-M. Raoult, traitant de l'action du gaz ammoniacal sur le nitrate d'ammoniaque.

» J'ai l'honneur d'adresser à l'Académie un exemplaire d'un Mémoire sur le même sujet, qui a été présenté à la *Royal Society* de Londres, le 29 octobre 1872, lu le 9 janvier 1873, et publié en Extrait dans le n° 141 de ses *Proceedings*, et maintenant, sans doute, en entier dans ses *Transactions*. Je crois avoir devancé M. Raoult, et je prie l'Académie de vouloir bien me permettre de réclamer l'honneur de la découverte de l'action du gaz ammoniacal sur le nitrate d'ammoniaque. »

EMBRYOGÉNIE. — *Développement des Batraciens. Note sur les embryons de l'*Hylodes martinensis. Extrait d'une Lettre de M. **Bavay.**

« Une grande sécheresse, qui depuis longtemps désolait la colonie en suspendant la végétation, empêchait aussi la ponte de mes Batraciens. Je

n'avais pu rassembler tous les degrés de leur évolution et former la série que je jugeais nécessaire pour lever les doutes émis sur la véracité de mon récit. Aujourd'hui seulement, j'ai pu me procurer des œufs à la veille d'éclore; mais la simple opération de leur immersion dans la glycérine n'a pas eu un succès complet : une partie des jeunes animaux sont sortis quand j'ai saisi les œufs, une autre partie ont brisé leurs enveloppes dans les convulsions de l'agonie, de sorte que l'on ne trouvera dans le tube ci-joint que fort peu d'œufs contenant encore leurs embryons-larves.

» Presque tous ont encore de légers vestiges de queue, soit que l'éclosion ait été un peu prématurée, soit aussi que j'aie mal vu en affirmant qu'ils sortent de l'œuf parfaitement dépourvus de cet appendice. On ne le distingue pas, en effet, sur l'animal sorti normalement de l'œuf et vivant. Il faut peut-être que ce vestige membraneux soit durci et soutenu par la glycérine pour être visible.

» Je crains que les branchies ne soient pas bien visibles dans certains échantillons; le sang, ayant perdu sa couleur, ne les rend plus assez opaques.

» D'ailleurs, si tous les œufs sont gonflés par l'absorption de la glycérine, les parties de l'embryon sont très-racornies par cet agent conservateur. »

« M. **Chasles** présente à l'Académie, de la part de M. le prince B. Boncompagni, plusieurs livraisons du *Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche* : livraisons de décembre 1872, janvier et février 1873. Le numéro de décembre contient la suite de la publication de M. Steinschneider sur les mathématiciens arabes, d'après un ouvrage inédit de Bernardino Baldi, que j'ai eu l'honneur de signaler à l'Académie dans notre séance du 28 juillet dernier. Nous citerons, dans le numéro de janvier 1873, un écrit du P. Timoteo Bertelli, Barnabite, sur les Recherches relatives aux petites oscillations du pendule, faites dans le cours du XVIIe siècle. Il y est fait mention naturellement de la belle expérience de notre regretté confrère Foucault. Puis se trouve un manuscrit inédit de Galilée, en la possession de M. le prince Boncompagni. Ce sont des Notes adressées par Galilée à J.-B. Morin, au sujet de son ouvrage de 1631 sur la question du mouvement ou de l'immobilité de la Terre. Ces Notes de Galilée sont précédées de recherches historiques et bibliographiques du très-zélé et savant éditeur du *Bullettino*. On trouve dans le numéro de février une Lettre de M. Guido Vimercati sur la première idée des chaudières tubulaires, et quelques remarques de M. Bouchon Brandely sur l'*Histoire*

des Mathématiques chez les Arabes, du D[r] Hankel, et les Notes y relatives de M. Steinschneider. Ce cahier se termine par une Table fort étendue des publications mathématiques les plus récentes dans tous les pays. »

La séance est levée à 6 heures un quart. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 15 septembre 1873, les ouvrages dont les titres suivent :

Recherches sur la nature de la kyestéine; par M. A. BÉCHAMP. Montpellier, typ. Boehm, sans date; br. in-8°. (Extrait du *Montpellier médical.*)

Les Microzymas, la Pathologie et la Thérapeutique; par M. A. BÉCHAMP. Montpellier, typ. Boehm, sans date; br. in-8°.

Des Microzymas des organismes supérieurs; par MM. A. BÉCHAMP *et* A. ESTOR. Montpellier, typ. Boehm, 1870; br. in-8°. (Extrait du *Montpellier médical.*)

Du rôle des organismes microscopiques de la bouche (ou de Leuwenhoeck) dans la digestion en général, et particulièrement dans la formation de la diastase salivaire; par MM. BÉCHAMP, ESTOR *et* SAINTPIERRE. Montpellier, typ. Boehm, 1867; br. in-8°. (Extrait du *Montpellier médical.*)

Annuaire spécial des vétérinaires militaires, années 1873-1874. Paris, E. Donnaud, 1873; br. in-8°.

La question du tonnage. Note sur la nouvelle base de perception des droits du canal de Suez; par M. MOURETTE. Paris, imp. A. Pougin, 1872; br. in-8°.

On the quadrature of the circle, A. D. 1580-1620; *by* J.-W.-L. GLAISHER. London, 1873; br. in-8°.

On the evaluation in series of certain definite integrals; by J.-W.-L. GLAISHER. London, 1872; br. in-8°.

On the form of the cells of bees; by J.-W.-L. GLAISHER. London, 1873; br. in-8°.

On functions with recurring derivatives; by J.-W.-L. GLAISHER, London, sans date; opuscule in-8°.

On certain series for π; *by* J.-W.-L. GLAISHER. London, 1873; br. in-8°.

On a deduction from von Staudt's property of Bernoulli's numbers; by J.-W.-L. GLAISHER. London, sans date; br. in-8°.

On the rejection of discordant observations; by J.-W.-L. GLAISHER. London, sans date; br. in-8°.

On early logarithmic Tables, and their calculators; by J.-W.-L. GLAISHER. London, 1873; br. in-8°.

On the progress to accuracy of the logarithmic Tables; by J.-W.-L. GLAISHER. London, sans date; br. in-8°.

Arithmetical identities; by J.-W.-L. GLAISHER. London, 1873; br. in-8°.

On Arithmetical irrationality; by J.-W.-L. GLAISHER. London, 1873; br. in-8°.

Remarks on certain series occurring in a paper « On the deduction of series from infinite products », p. 138-142; *by* J.-W.-L. GLAISHER. London, 1873; br. in-8°.

Remarks on logarithmic and factor Tables, with special reference to Mr Drach's suggestions; by J.-W.-L. GLAISHER. London, 1873; br. in-8°.

Results of astronomical and meteorological observations made at the Radcliffe Observatory Oxford in the year 1870, *etc.*; vol. XXX. Oxford, J. Parker and C°, 1873; in-8°, relié.

L'Académie a reçu, dans la séance du 22 septembre 1873, les ouvrages dont les titres suivent :

Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève; t. XXIII, 1re partie. Genève, Cherbuliez et Georg, 1873; in-4°.

Annales de la Société linnéenne de Lyon, année 1872; nouvelle série, t. XIX. Paris, Savy, 1872; grand in-8°.

Annales de la Société d'Agriculture, Histoire naturelle et Arts utiles de Lyon; 4e série, t. III, 1870. Lyon, imp. Pitrat; Paris, Savy, 1871; grand in-8°.

Société scientifique et littéraire d'Alais, année 1872; 2e Bulletin. Alais, typ. Martin, 1873; in-8°.

Bulletin de la Société agricole et industrielle d'Angers et du département de Maine-et-Loire; 1872, nos 4, 5, 6, juillet à décembre; 1873, 1er et 2e trimestre. Angers, Barassé, 1872-1873; 2 br. in-8°. (2 exemplaires.)

Bulletin de la Société des Sciences historiques et naturelles de l'Yonne, année 1873; XXVIIe volume. Auxerre, au Secrétariat de la Société; Paris, Masson et Durand, 1873; in-8°.

Mémoires de l'Académie des Sciences, Lettres et Arts d'Arras; 2e série, t. V. Arras, A. Courtin, 1873; in-8°.

Bulletin de la Société d'Agriculture, Sciences et Arts du département de la Haute-Saône; 3e série, n° 4. Vesoul, imp. Suchaux, 1873; in-8°.

Société agricole, scientifique et littéraire des Pyrénées-Orientales; t. XX. Perpignan, imp. Latrobe, 1873; in-8°.

Société de Médecine légale de Paris. Bulletin; t. II, 2e fascicule. Paris, J.-B. Baillière, 1870-1872; in-8°.

Bulletin de la Société industrielle de Reims; 1873, t. VIII, n° 39. Reims, H. Gérard; Paris, Lacroix, 1873; in-8°.

M. MALAPERT. *Le printemps perpétuel en France et en Angleterre.* Paris, A. Lemerre, 1873; br. in-8°. (2 exemplaires.)

La rage au point de vue physiologique; par le colonel E. BELLEVILLE. Toulouse, Meissonnier; Paris, Savy, 1873; br. in-8°. (Extrait des *Mémoires de la Société d'Histoire naturelle de Toulouse.*)

Métallothérapie. Du cuivre contre le choléra au point de vue prophylactique et curatif; par V. BURQ. Paris, G. Baillière, 1867; in-8°.

Métallothérapie. Du cuivre contre le choléra. Rapport officiel de M. le Dr VERNOIS *sur l'immunité cholérique des ouvriers en cuivre. Instruction pour le traitement préservatif et curatif; par* le Dr V. BURQ. Paris, G. Baillière, sans date; br. in-8°.

(Ces deux derniers ouvrages sont adressés par l'auteur au Concours Bréant, 1874.)

Atti della reale Accademia dei Lincei, compilati dal Segretario; t. XXVI, anno XXVI. Roma, tip. delle Belle-Arti, 1873; in-4°. (2 exemplaires.)

L'Académie a reçu, dans la séance du 29 septembre 1873, les ouvrages dont les titres suivent :

Société des Agriculteurs de France. Liste générale des Membres par ordre alphabétique et par département, arrêtée au 1er juillet 1873. Paris, au siége de la Société, 1873; in-8°.

Comptes rendus des travaux de la Société des Agriculteurs de France. Quatrième session générale annuelle; t. IV. Annuaire de 1873. Paris, au siége de la Société, 1873; in-8°.

La matière médicale chez les Chinois; par M. le Dr J.-L. SOUBEYRAN *et* M. DABRY DE THIERSANT; *précédée d'un Rapport à l'Académie de Médecine de Paris, par* M. le prof. GUBLER. Paris, G. Masson, 1874; in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey et renvoyé à l'examen de M. Dumas.)

Du choléra observé en Cochinchine et de son traitement; par le Dr ARMAND. Paris, V. Masson, 1865; br. in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

Mémorial de l'Officier du Génie; n° 21, 2e série, t. VI. Paris, Gauthier-Villars, 1873; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. le général Morin.)

Revue d'Artillerie; 1re année, t. II, 6e liv., septembre 1873. Paris et Nancy, Berger-Levrault, 1873; in-8°. (Présenté par M. le général Morin.)

L'osmose et ses applications industrielles, etc.; par M. DUBRUNFAUT. Paris, Gauthier-Villars, 1873; in-8°, avec planches.

De la régénération des organes et des tissus en physiologie et en chirurgie; par J.-N. DEMARQUAY. Paris, J.-B. Baillière, 1874; grand in-8°. (Présenté par M. le Baron Cloquet, pour le Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1874.)

J.-B.-V. SALLE. *Recherches sur la nature des affections typhoïdes du cheval.* Paris, Donnaud, 1873; 1 vol. in-12. (Présenté par M. Bouley.)

Histoire naturelle des oiseaux-mouches ou colibris constituant la famille des Trochilidés; par E. MULSANT et feu E. VERREAUX. Lyon, au Bureau de la Société linnéenne, 1873; in-4°, avec planches. (Présenté par M. Milne Edwards.)

BOURCHANI. *Nouveau procédé de vidange par le vide dit* hydro-atmosphérique. Paris, imp. Lefèvre, 1873; opuscule in-4°.

Métaphysique du Calcul différentiel; par J. COFFIN. Saint-Pol, imp. Warmé, 1853; opuscule in-8°.

Note sur une formule de M. Botesu, de Jassy (Roumanie); par E. CATALAN. Sans lieu ni date; opuscule in-8°.

Les Merveilles de l'Industrie; par L. FIGUIER; 9e série : *Le soufre et l'acide sulfurique.* Paris, Furne, 1873; grand in-8°, illustré.

Station agronomique du Nord. Bulletin des analyses effectuées pour l'agri-

culture; par M. CORENWINDER; 3e et 4e séries, nos 21 à 40. Lille, imp. Castiaux-Richez, br. in-8°.

Géodésie au décimal; par E. MACÉ. Nantes, lith. Rondet, 1868; opuscule in-32.

Sulle esposizioni industriali con alcune considerazioni intorno alle cause che possono influire sul progresso delle industrie, etc.; da G. ARNAUDON. 1870, Firenze, Torino, Milano, Paravia e Comp.; in-8°. (Présenté par M. Chevreul.)

Sulla classificazione, contrasto ed armonia dei colori ed applicazioni alle arti del cav. G. ARNAUDON. Torino, sans date. (Estratto dall' *Enciclopedia di Chimica.*) (Présenté par M. Chevreul.)

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PAR L'ACADÉMIE PENDANT LE MOIS DE SEPTEMBRE 1873.

Annales de Chimie et de Physique; octobre 1873; in-8°.

Annales de l'Agriculture française; septembre 1873; in-8°.

Annales du Génie civil; septembre 1873; in-8°.

Annales industrielles; nos 36 à 39, 1873; in-4°.

Association française contre l'abus du tabac; n° 3, Ve année, 1873; in-8°.

Association Scientifique de France; Bulletin hebdomadaire, nos des 7, 14, 21, 28 septembre 1873; in-8°.

Bibliothèque universelle et Revue suisse; n° 189, 1873; in-8°.

Bulletin international de l'Observatoire de Paris; août, nos 10 à 14, 16, 31; septembre, nos 1 à 13, 1873; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique; n° 8, 1873; in-8°.

Bulletin de la Société Botanique de France; Comptes rendus, n° 1, 1873; in-8°.

Bulletin de la Société académique d'Agriculture, Belles-Lettres, Sciences et Arts de Poitiers; nos 178 à 180, 1873; in-8°.

Bulletin des séances de la Société entomologique de France; nos 10, 11 et 12, 1873; in-8°.

Bulletin des séances de la Société centrale d'Agriculture de France; n° 8, 1873; in-8°.

Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale; octobre 1873; in-4°.

Bulletin de la Société de Géographie; juillet 1873; in-8°.

Bulletin de la Société française de Photographie; n° 8, 1873; in-8°.

Bulletin de la Société Géologique de France; n° 3, 1873; in-8°.

Bulletin de Statistique municipale; décembre 1872; in-4°.

Bulletin général de Thérapeutique; nos des 15 et 30 septembre 1873; in-8°.

Bulletin météorologique mensuel de l'Observatoire de Paris; n° 9, 1873; in-8°.

Bullettino meteorologico dell' Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto, n° 2, t. VII, 1873; in-4°.

Chronique de l'Industrie; nos 83 à 87, 1873; in-4°.

Gazette médicale de Bordeaux; nos 17 et 18, 1873; in-8°.

Gazette des Hôpitaux; nos 101 à 114, 1873; in-4°.

Gazette médicale de Paris; nos 36 à 39, 1873; in-4°.

Gazette de Joulin, nos 23 et 24, 1873; in-8°.

Iron, nos 34 à 37, 1873; in-4°.

Journal de la Société centrale d'Horticulture; juillet et août 1873; in-8°.

Journal de Médecine vétérinaire militaire; juillet, août, septembre, 1873; in-8°.

Journal d'Agriculture pratique; nos 36 à 39, 1873; in-8°.

Journal de l'Agriculture; nos 230 à 233, 1873; in-8°.

Journal de l'Éclairage au Gaz; nos 17 et 18, 1873; in-4°.

Journal de Pharmacie et de Chimie; septembre 1873; in-8°.

Journal des Connaissances médicales et pharmaceutiques; 30 septembre, 1873; in-8°.

Journal des Fabricants de Sucre; nos 21 à 24, 1873; in-folio.

Journal de Physique théorique et appliquée; septembre, 1873; in-8°.

Journal médical de la Mayenne; n° 6, 1873; in-8°.

Le Rucher du sud-ouest; nos 5 et 6, 1873; in-8°.

La Revue scientifique; nos 10 à 13, 1873; in-4°.

L'Abeille médicale; nos 36 à 39, 1873; in-4°.

L'Aéronaute; juillet et août, 1873; in-8°.

L'Art dentaire; septembre, 1873; in-8°.

L'Art médical; septembre, 1873; in-8°.

Le Gaz; n° 3, 1873; in-4°.

Le Messager agricole; n° 8, 1873; in-8°.

Le Moniteur de la Photographie; nos 18 et 19, 1873; in-4°.

Le Moniteur scientifique-Quesneville; septembre, 1873; gr. in-8°.

Le Mouvement médical; nos 36 à 39, 1873; in-4°.

Les Mondes; t. XXXII, nos 1 à 4, 1873; in-8°.

La Nature; nos 14 à 17, 1873; in-4°.

La Tribune médicale; nos 264 à 267, 1873; in-4°.

Magasin pittoresque; septembre 1873; in-4°.

Marseille médical; nos 8 et 9, 1873; in-8°.

Matériaux pour l'histoire positive et philosophique de l'homme; livr. 4, 1873; in-8°.

Memorie della Società degli Spettroscopisti italiani; juin 1873; in-4°.

Nachrichten.... *Nouvelles de l'Université de Gœttingue;* nos 18 à 24, 1873; in-12.

Nouvelles Annales de Mathématiques; septembre 1873; in-8°.

Proceedings of the London mathematical Society; nos 58 et 59, 1873; in-8°.

Recueil de Médecine vétérinaire; n° 8, 1873; in-8°.

Répertoire de Pharmacie; nos 17 et 18, 1873; in-8°.

Revue agricole et horticole du Gers; août et septembre 1873; in-8°.

Revue d'Artillerie; septembre 1873; in-8°.

Revue bibliographique universelle; septembre 1873; in-8°.

Revue des Eaux et Forêts; septembre 1873; in-8°.

Revue des Sciences naturelles; t. II, n° 2, 1873; in-8°.

Revue de Thérapeutique médico-chirurgicale; n° 19, 1873; in-8°.

Revue hebdomadaire de Chimie scientifique et industrielle; nos 32 à 36, 1873; in-8°.

Revue maritime et coloniale; septembre 1873; in-8°.

Rendiconto della R. Accademia delle Scienze fisiche e matematiche; Napoli, n° 8, 1873; in-4°.

Société des Ingénieurs civils; n°s 15, 16, 1873; in-8°.

Société entomologique de Belgique; n° 90, 1873; in-8°.

Société linnéenne du nord de la France; Bulletin mensuel, n°s 10 à 12, 1873; in-8°.

The Food Journal; n° 44, 1873; in-8°.

ERRATA.

(Séance du 29 septembre 1873.)

Page 682, ligne 2, *au lieu de* 1871, *lisez* 1821.
ligne 7, *au lieu de* couloir, *lisez* conduit.

Observations météorologiq. faites a l'Observatoire de Montsouris. — Sept. 1873.

Dates.	Hauteur du baromètre à midi.	Thermomètres du jardin. Minima.	Maxima.	Moyennes.	Thermomètres du pavillon (1). Minima.	Maxima.	Moyennes.	Excès sur la moyenne normale de chaque jour.	Température moyenne du sol à 0m,02.	à 0m,10.	à 0m,30.	à 1m,00.	Thermomètres conjugués dans le vide (T′ − t).	Tension de la vapeur (moyenne du jour).	État hygrométrique (moyenne du jour).	Électricité atmosphérique.	Ozone.
1	754,6	15,4	21,8	18,6	15,9	22,2	19,0	1,8	17,2	18,2	18,5	18,8	4,7	10,99	76	»	7,0
2	753,5	11,1	22,1	16,6	11,8	21,2	16,5	-0,7	15,4	17,1	18,1	18,7	7,4	8,89	74	»	9,0
3	751,8	8,1	20,4	14,3	8,3	20,2	14,3	-2,6	14,2	16,1	17,3	18,6	10,5	7,88	71	»	7,5
4	758,1	8,8	17,9	13,4	9,1	18,5	13,8	-3,1	14,0	15,6	16,9	18,4	9,5	8,56	78	»	7,5
5	756,4	8,1	17,4	12,8	8,2	17,4	12,8	-4,1	13,6	15,1	16,6	18,2	7,6	7,48	70	»	11,0
6	754,1	8,1	17,9	13,0	8,2	18,3	13,3	-3,5	13,5	14,8	16,1	18,0	5,8	6,99	71	»	6,0
7	753,5	4,3	18,9	11,6	4,7	18,4	11,6	-5,0	12,7	14,1	15,5	17,8	10,1	6,59	68	»	10,0
8	750,9	9,5	17,0	13,3	10,1	17,4	13,8	-2,8	12,8	14,3	15,3	17,5	4,5	8,73	80	»	9,5
9	755,3	6,0	18,1	12,1	6,1	18,2	12,2	-4,4	13,0	13,9	15,0	17,3	4,1	8,81	75	»	5,5
10	753,0	11,6	20,4	15,5	11,9	20,4	16,2	-0,3	14,1	15,0	15,4	17,2	6,0	8,86	72	»	5,0
11	753,4	11,3	20,6	16,0	11,4	20,6	16,0	0,2	15,5	15,9	15,6	17,0	3,5	11,63	87	»	9,5
12	755,3	11,5	14,1	12,8	12,0	14,1	13,1	-2,3	14,4	15,3	15,8	16,9	2,3	9,63	87	»	5,0
13	751,5	12,1	20,6	16,4	12,1	20,2	16,2	0,6	15,3	15,8	15,8	16,9	3,3	11,70	90	»	4,0
14	749,6	11,6	18,0	14,9	12,1	17,4	14,8	-0,7	13,4	14,9	15,8	16,8	3,8	9,28	83	»	16,0
15	743,4	10,4	16,5	13,5	10,6	16,4	13,5	-2,3	11,5	13,1	14,8	16,7	2,8	8,12	76	»	18,0
16	750,7	9,1	17,4	13,3	9,3	17,7	13,5	-2,2	12,2	13,2	14,2	16,6	5,9	8,47	82	»	17,5
17	753,3	10,0	18,9	14,5	10,1	18,6	14,4	-1,6	14,5	14,5	14,5	16,4	3,1	11,65	89	»	12,5
18	756,8	13,7	20,6	17,2	13,9	20,8	17,4	1,6	15,5	15,8	15,5	16,3	5,7	10,75	79	»	12,0
19	761,3	9,9	20,0	15,0	10,1	19,2	14,7	-0,7	14,5	15,3	15,6	16,2	9,5	9,15	78	»	7,5
20	761,2	10,0	24,0	17,0	10,3	23,6	17,0	2,2	16,0	16,2	15,8	16,2	8,3	11,69	83	»	8,5
21	762,2	13,3	19,3	16,3	13,4	18,5	16,0	1,2	15,9	16,4	16,3	16,3	4,8	10,56	82	»	2,0
22	765,6	10,5	15,5	13,0	10,9	15,4	13,2	-1,7	12,9	14,4	15,7	16,3	4,9	7,10	70	»	5,5
23	764,0	6,7	15,8	11,3	6,8	15,4	11,1	-3,4	11,7	13,0	14,4	16,3	8,8	6,26	69	»	0,0
24	761,3	6,7	17,1	11,9	7,1	17,0	12,1	-2,9	12,5	13,3	14,1	16,1	9,3	7,69	76	»	2,5
25	760,0	5,5	19,6	12,6	6,0	18,7	12,4	-2,5	12,4	13,5	14,1	15,9	9,7	7,72	75	»	0,5
26	759,6	6,3	21,1	13,7	6,9	20,4	13,7	-0,8	12,5	13,3	14,1	15,7	9,6	8,07	73	»	1,0
27	755,8	6,2	22,9	14,6	6,8	22,7	14,8	0,4	13,7	14,1	14,1	15,5	9,3	10,42	84	»	3,0
28	755,1	8,8	24,8	16,8	9,2	24,9	17,0	2,6	15,8	15,7	15,0	15,5	9,0	11,03	78	»	6,0
29	757,8	12,9	16,2	14,6	13,0	16,1	14,6	0,2	15,3	15,6	15,4	15,5	1,4	11,28	90	»	7,0
30	757,6	14,2	20,6	17,4	14,3	19,8	17,0	2,7	16,0	16,2	15,7	15,5	6,2	11,89	89	»	0,5
Moy.	756,1	9,7	19,2	14,5	10,0	19,0	14,5	-1,1	14,1	15,0	15,6	16,8	6,4	9,26	78	»	7,2

(1) Par suite de réparations au Bardo, les thermomètres de la terrasse ont été transportés dans le parc où ils sont placés au nord de l'un des pavillons.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQ. FAITES A L'OBSERVATOIRE DE MONTSOURIS. — SEPT. 1873.

DATES.	MAGNÉTISME TERRESTRE. Observation de 9 heures du matin. Déclinaison.	Inclinaison. (B).	Intensité.	PLUIE. à $0^m,10$ du sol.	à $1^m,80$ du sol.	ÉVAPORATION.	VENTS. Direction générale à terre	Vitesse moyenne en kilom. par heure, à terre.	Direction des nuages.	NÉBULOSITÉ.	REMARQUES.
	° ′	° ′		mm	mm	mm		k			
1	17.39,9	65.29,0	»	0,4	0,4	2,3	SO	7,8	SO	0,8	»
2	36,1	»	»	0,7	0,7	2,1	OSO	4,0	OSO	0,5	»
3	35,9	35,0	»	»	»	2,9	O	4,2	O	0,5	Rosée très-abondante le matin.
4	34,9	»	»	1,0	0,9	2,5	ONO	3,8	SO-NO	0,6	Pluie à $11^h 20^m$ du matin.
5	37,9	26,9	»	0,3	0,1	3,3	NNO	4,9	NNO	0,7	Brumes et pluies le matin.
6	33,2	17,1	»	»	»	3,0	NNO	3,2	NO	0,7	Brume épaisse le matin.
7	33,4	»	»	»	»	3,3	SSO	4,7	NO-SO	0,7	Halo à $3^h 15^m$.
8	34,1	»	»	7,1	6,7	1,6	O	7,0	SO-NO	0,8	Pluies ass. fortes à 6^h m. et à 6^h s.
9	36,2	»	»	0,8	0,8	2,7	SSO	8,8	SO	1,0	Petites pluies le soir.
10	36,0	23,0	»	1,4	1,1	3,9	SO	11,5	ONO	0,8	Pluies fines dans la matinée.
11	35,1	30,2	»	17,7	16,3	0,7	variable.	6,7	OSO	1,0	Bourr. et forte averse à midi 30.
12	33,6	33,2	»	2,9	2,7	0,7	NO-NE	3,4	SO-NO	1,0	Pluv. tout le jour, éclairs le soir.
13	31,8	26,7	»	2,2	2,1	0,8	très-var.	4,1	SO	0,9	Brum., pluv., écl. le soir au S.-E.
14	(a)	27,3	»	9,5	8,9	1,4	SO	6,9	SSO	0,7	Pluv., première bourr. à 6^h soir.
15	31,2	26,8	»	5,1	4,6	3,5	SO	19,5	OSO	1,0	Temps à grains.
16	26,0	30,3	»	4,2	3,5	2,3	O	9,9	SSO-NO	0,8	Quelq. cirrus du N.-E. dès 6^h s.
17	26,0	25,0	»	0,7	0,7	1,5	SO	9,3	SO	1,0	Continuellement pluvieux.
18	27,0	»	»	4,1	3,8	2,2	SO	8,7	SO-ONO	0,8	Pluie assez forte vers $6^h 30^m$ s.
19	25,9	34,5	»	»	»	2,3	SO	4,2	ONO	0,3	»
20	(b) 26,1	27,0	»	»	»	1,8	SO	2,8	SO	0,3	Brouill. et forte rosée dès 11^h s.
21	24,9	35,0	»	»	»	2,5	NO-NNE	7,7	NNO	0,9	Très-vaporeux, brumeux.
22	23,1	19,0	»	0,1	0,1	6,6	NE	16,5	NE	0,5	Courants supér. revenus au S.-O.
23	25,1	21,5	»	0,2	0,2	5,0	NE	12,3	»	0,2	»
24	19,1	21,0	»	»	»	3,2	ENE	9,7	ENE	0,0	»
25	18,1	24,9	»	»	»	2,2	ENE	2,4	»	0,0	Ciel un peu voilé.
26	18,3	26,5	»	»	»	2,2	ENE	1,0	»	0,0	Rosée assez forte le matin.
27	16,1	24,0	»	»	»	1,4	E	1,0	SSO	0,2	Rosée très-abondante le matin.
28	16,9	30,0	»	»	»	2,4	variable.	2,9	SO-NO	0,3	»
29	19,1	»	»	»	»	1,2	N	3,8	»	1,0	Brumes persistantes.
30	19,1	37,0	»	»	»	0,9	E	1,1	»	0,7	Rosée le soir.
Moyen. ou totaux.	17.28,3	65.27,4	»	58,4	53,6	72,4		6,5		0,62	

(a) Perturbations. — (b) Perturbations dans la soirée. — (B) Chacun de ces nombres est la moyenne de dix lectures faites à la boussole de Gambey, propre aux déterminations absolues. Ces lectures suffisent pour obtenir la valeur moyenne mensuelle.

Observations météorologiques faites a l'Observatoire de Montsouris. — Sept. 1873.

Résumé des observations régulières.

	6h M.	9h M.	Midi.	3h S.	6h S.	9h S.	Minuit.	Moy.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Baromètre réduit à 0°	755,90	756,32	756,05	755,55	755,65	756,13	756,07	755,92 (1)
Pression de l'air sec	747,00	746,54	746,71	745,87	746,06	746,46	746,86	746,66 (1)
	°	°	°	°	°	°	°	°
Thermomètre à mercure (jardin)	10,82	14,52	17,31	17,73	15,34	13,36	12,12	13,90 (1)
» (pavillon)	11,11	15,01	17,44	17,82	15,32	13,49	12,11	14,00 (1)
Thermomètre à alcool incolore	10,65	14,25	17,02	17,54	15,22	13,25	12,01	13,73 (1)
Thermomètre électrique à 29^m	»	»	»	»	»	»	»	»
Thermomètre noirci dans le vide, T′	14,40	28,21	33,08	31,72	15,18	»	»	27,05 (2)
Thermomètre incolore dans le vide, t	10,56	19,95	24,37	23,58	14,78	»	»	20,67 (2)
Excès (T′ — t)	0,84	8,26	8,71	8,14	0,40	»	»	6,38 (2)
Températ. du sol à $0^m,02$ de profond^r	12,26	14,19	15,72	16,09	15,03	14,01	13,23	14,06 (1)
» $0^m,10$ »	13,97	14,17	15,25	15,92	15,92	15,37	14,83	14,99 (1)
» $0^m,20$ »	15,54	15,35	15,31	15,73	16,07	16,16	15,98	15,73 (1)
» $0^m,30$ »	15,54	15,38	15,30	15,44	15,64	15,77	15,74	15,56 (1)
» $1^m,00$ »	16,86	16,86	16,86	16,85	16,83	16,80	16,78	16,83 (1)
Tension de la vapeur en millimètres	8,90	9,78	9,34	9,68	9,59	9,67	9,21	9,26 (1)
État hygrométrique en centièmes	90,8	78,5	63,4	63,6	72,8	83,2	86,2	78,3 (1)
Pluie en millimètres à $1^m,80$ du sol	10,1	6,0	7,1	18,0	6,2	4,7	1,5	t. 53,6
» (à $0^m,10$ du sol)	11,4	6,4	7,9	19,6	6,6	5,0	1,5	t. 58,4
Évaporation totale en millimètres	4,80	6,97	14,52	18,44	14,70	8,15	4,77	t. 72,35
Vitesse moyenne du vent par heure	4,8	6,4	8,5	9,0	7,5	5,1	5,7	»
Pluie moy. par heure (à $1^m,80$ du sol)	1,68	2,00	2,37	6,00	2,07	1,57	0,50	»
Évaporation moyenne par heure	0,80	2,32	4,84	6,15	4,90	2,72	1,59	»
	′	′	′	′	′	′	′	′
Inclinaison magnétique 65° +	»	27,4	»	»	»	»	»	» (1)
Déclinaison magnétique 17° +	27,5	28,3	36,3	33,4	29,2	27,0	27,6	30,2 (1)

Tempér. moy. des maxima et minima (parc)	14°,45
» » (pavillon)	14,50
» à 10 cent. au-dessus d'un sol gazonné (thermomètres à boule verdie)	16,33
Therm. noirci dans le vide, T′ (valeur moy. fournie par 5 obs. : 6h M. 9h M., midi, 3h S. 6h S.)	23,92
» incolore t » » »	18,65
Excès (T′ — t) » » »	5,27
» (valeur déduite de 4 observations : 9h M., midi, 3h, 6h S.)	6,38

(1) Moyenne des observations de 6 heures du matin, midi, 6 heures du soir et minuit.

(2) Moyenne des observations de 9 heures du matin, midi, 3 heures et 6 heures du soir.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 13 OCTOBRE 1873.

PRÉSIDENCE DE M. DE QUATREFAGES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** donne lecture d'une Lettre par laquelle M. Louis Passy communique à l'Académie la perte qu'elle vient de faire en la personne de M. *Antoine Passy*.

M. le Président ajoute : « L'Académie est cruellement frappée : en un mois elle vient de perdre trois de ses Membres. Une circonstance pénible doit ajouter aux regrets qu'aurait causés en tout cas la mort du dernier atteint : M. Passy est mort loin de Paris. Par suite de cette circonstance et de l'absence actuelle de la plupart de nos confrères, il est à craindre que l'Académie n'ait pas été représentée aux obsèques de celui qui vient de lui être enlevé; mais la Section dont il faisait partie va être convoquée, et ses Membres s'entendront pour confier à l'un d'eux le soin de rédiger la Notice nécrologique habituelle, bien due à un confrère éminent, aimé autant qu'estimé de tous ceux qui l'ont connu. »

M. le **Président** donne lecture de la Lettre suivante que lui a adressée M. Robert, administrateur de la manufacture de Sèvres.

« Monsieur le Président,

» J'ai l'honneur de vous adresser le portrait de mon excellent maître et ami M. Dumas,

guidé par la pensée que la bibliothèque de l'Académie des Sciences accueillera avec sympathie l'image, quoique imparfaite, du savant illustre dont se glorifie notre pays. »

M. le Président ajoute : « J'ai reçu en effet plusieurs épreuves du portrait de notre éminent Secrétaire perpétuel et les ai déposées au Secrétariat. Ce sont des eaux-fortes gravées d'après un portrait dont M. Robert est l'auteur. Nous devons donc à ce dernier un double remercîment; car, à coup sûr, l'Académie s'associera tout entière aux sentiments qui ont motivé l'envoi et dicté la Lettre de M. Robert. »

« M. MATHIEU présente à l'Académie, de la part du Bureau des Longitudes, la *Connaissance des Temps* pour l'année 1875. Cette éphéméride, que la guerre avait beaucoup retardée, est maintenant en avance de plus de deux ans, et le volume de 1876 paraîtra vers le milieu de l'année prochaine.

» Les *Additions* renferment des corrections sur la Table des positions géographiques de M. de la Roche-Poncié; des Notes de M. Puiseux sur le calcul des positions apparentes de λ de la Petite Ourse et sur le passage de Vénus en 1882; des Notes sur les positions de Saïgon et de Port-Saïd par M. Hatt; la position de la Guadeloupe par M. Caspari, ingénieur hydrographe de la Marine. »

PHYSIQUE. — *Sur la dissociation cristalline* (suite) : *évaluation et répartition du travail dans les dissolutions salines;* par MM. **P.-A. FAVRE** et **C.-A. VALSON**.

« Nous allons exposer, dans cette nouvelle Communication, les résultats auxquels on est conduit lorsque, après avoir dissous dans l'eau des sels anhydres appartenant à des genres différents, on essaye de comparer entre eux les effets de coercition produits par divers sels sur leur dissolvant.

» Le tableau suivant renferme les résultats fournis par l'expérience ainsi que les conséquences numériques qui s'en déduisent.

» La première colonne contient les formules des sels en expérience; la seconde, P, donne leurs poids équivalents ($H = 1$ gramme). Dans la troisième colonne D sont inscrites les densités des sels pris à l'état solide et anhydre. Ces densités ont été déterminées avec les précautions que nous avons indiquées dans notre précédente Communication, et sur lesquelles nous ne reviendrons pas. La colonne intitulée $V = \frac{P}{D}$ fait connaître les volumes des équivalents de ces sels.

SELS.	P	D	$V = \frac{P}{D}$	d	v	$V - v$	$\frac{V - v}{V}$	C	C′	C — C′
Bo^7Na..	101 gr	2,371	42,6 cc	1,0920	8,2 cc	34,4 cc	0,87	260614 cal	+5092 cal	255522 cal
Bo^7Am..	96	»	»	1,0678	10,2	»	»	»	»	»
CO^3Na..	53	2,407	22,0	1,0519	1,0	21,0	0,95	227280	+3658	223622
CO^3Am..	48	»	»	1,0178	10,3	»	»	»	»	»
$SO^4Al^{\frac{2}{3}}$..	57,17	2,672	21,4	1,0568	0,4	11,0	0,98	159098	»	»
SO^4Cu..	80	3,707	21,6	1,0776	2,3	19,3	0,89	146217	+8198	138019
$SO^4Cr^{\frac{2}{3}}$..	65,83	2,743	24,0	1,0600	5,5	18,5	0,77	140156	»	»
SO^4Na...	71	2,681	26,5	1,0606	9,8	16,7	0,70	126519	+ 354	126165
SO^4K...	87	2,653	32,8	1,0662	19,6	13,2	0,40	100003	—3361	103364
SO^4Am..	66	1,766	37,4	1,0378	27,3	10,1	0,27	76518	— 979	77497
Fl Na....	42	2,793	15,0	1,0365	5,3	9,7	0,64	73487	— 205	73692
Fl K.....	58	2,465	23,5	1,0468	10,7	12,8	0,55	96273	+3135	93838
Fl Am...	37	1,972	18,8	1,0214	15,3	3,5	0,19	26516	—1447	27963
Cl St....	79,5	3,035	26,1	1,0667	11,8	14,3	0,54	108337	+5483	102854
Cl Ba....	104,5	3,844	27,1	1,0887	14,8	12,3	0,45	93185	+1172	92013
Cl Ca....	55,5	2,160	25,7	1,0439	11,2	14,5	0,56	109852	+9053	100799
Cl Na....	58,5	2,143	27,3	1,0396	18,3	9,0	0,33	68184	—1002	69186
Cl K.....	74,5	1,976	37,7	1,0444	28,9	8,8	0,23	66669	—4462	71131
Cl Am...	53,5	1,525	35,1	1,0157	37,2	—2,1	—0,06	—15910	—4036	—11874
AzO^6St..	105,75	2,980	35,5	1,0811	22,8	12,7	0,36	96215	—2348(2)	98563
AzO^6Ba.	131	3,208	40,8	1,1038	24,6	16,2	0,40	122731	—4583	127314
AzO^6Ca.	82	2,504	32,7	1,0578	23,0	9,7	0,29	73487	+2014	71473
AzO^6Na.	85	2,241	37,9	1,0540	29,4	8,5	0,22	64396	—4842	69238
AzO^6K..	101	2,093	48,3	1,0591	38,7	9,6	0,20	72730	—8330	81060
AzO^6Am.	80	1,668	48,0	1,0307	47,9	0,1	0,02	758	—6325	7083
Br St....	123,75	3,985	31,1	1,1024	19,3	11,8	0,37	89397	+7850	81547
Br Ba...	149	4,645	32,1	1,1253	21,1	11,0	0,34	83336	+2370	80966
Br Na....	103	3,198	32,2	1,0770	24,2	8,0	0,24	60608	+ 109	60499
Br K....	119	2,524	47,2	1,0800	36,1	11,1	0,23	84094	—4992	89086
Br Am...	98	2,429	40,3	1,0520	43,9	—3,6	—0,09	—27274	—4472	—22802
I Na (1)..	150	3,654	41,0	1,1105	35,6	5,4	0,13	40910	+1762	39148
I K......	166	2,946	56,4	1,1135	47,2	9,2	0,16	69699	—5169	74868
I Am....	145	2,480	50,8	1,0847	55,9	—5,1	—0,10	—38638	—3588	—35050

» Si l'on fait ensuite dissoudre uniformément 1 équivalent de chacun

(1) Dans notre dernière Communication (t. LXXVII, p. 583, séance du 8 septembre 1873), remplacez le nombre — 5716, inscrit à la troisième colonne C′ du tableau III, pour INa, 4HO, par le nombre — 7384, et le nombre + 7478, correspondant dans la colonne C — C′, par le nombre + 9146.

(2) C'est le premier exemple que nous ayons rencontré d'un sel déshydraté qui absorbe de la chaleur en se dissolvant.

de ces sels dans une quantité d'eau fixe et égale à 1 litre, on obtient les liqueurs salines normales dont les densités, déterminées avec soin, sont inscrites dans la colonne d. Au moyen de ces densités, on peut calculer les augmentations de volume produites séparément dans 1 litre d'eau par la dissolution de 1 équivalent de chacun de ces sels.

» Les nombres qui représentent ces augmentations de volume sont inscrits dans la colonne v. Les valeurs de v sont en général moindres que celles de V, de sorte qu'on peut déjà constater que les phénomènes de dissolution sont généralement accompagnés d'une contraction du volume total, qui sera représentée par la différence $V - v$. Enfin, si l'on veut avoir la contraction spécifique de volume produite par le sel, c'est-à-dire la contraction qui correspond à l'unité de volume du sel solide, il suffira de calculer le quotient $\frac{V - v}{V}$. Les valeurs de ces contractions sont contenues dans les colonnes $V - v$ et $\frac{V - v}{V}$.

» La colonne suivante C contient les nombres de calories auxquels on est conduit quand on interprète les contractions $V - v$ au point de vue thermique, et par suite au point de vue mécanique. A cet effet, nous rappellerons qu'une contraction de 1 centimètre cube, éprouvée par 1 litre d'eau à la température ordinaire de 15 degrés, équivaut au dégagement de 7576 calories, le gramme étant pris pour unité. Pour avoir les valeurs de C, il suffira donc de multiplier les valeurs de $V - v$ par le nombre constant 7576 calories. Ainsi, par exemple, 1 équivalent de chlorure de potassium produit, en se dissolvant, une contraction de $8^{cc},8$; pour avoir l'effet thermique correspondant, il faudra prendre $7576^{cal} \times 8,8 = 66669$ calories.

» La quantité de chaleur ainsi mise en jeu dans les phénomènes de dissolution peut être supérieure à celle qu'exige la dissociation plus ou moins avancée des éléments constituants du sel, ou peut être insuffisante à la production de cet effet. Cet excédant de chaleur non utilisée, et qui reste à l'état de chaleur sensible, ou bien la quantité de chaleur complémentaire, et qui est nécessairement empruntée aux corps mêmes qui réagissent, peuvent être mesurés à l'aide du calorimètre à mercure. C'est ainsi qu'ont été obtenus les nombres de calories renfermés dans la colonne C'.

» Enfin la dernière colonne $C - C'$ renferme les différences des valeurs de C et de C'. Ces différences, exprimées en calories, peuvent donc être considérées, d'après ce qui précède, comme le travail intérieur.

» L'inspection de ce tableau autorise les remarques suivantes :

» 1° A l'exception des chlorure, bromure et iodure d'ammonium, tous les sels ont donné une contraction de volume en se dissolvant.

» 2° Si l'on prend pour mesure de l'action coercitive la contraction spécifique représentée par $\frac{V-v}{V}$, les sels, d'après la comparaison des radicaux métalloïdiques, peuvent être groupés de la manière suivante, au point de vue de l'énergie coercitive : premier groupe, carbonates et borates; deuxième groupe, sulfates et fluorures; troisième groupe, chlorures, azotates et bromures; quatrième groupe, iodures. Si l'on compare entre eux les radicaux métalliques, on obtiendra cet autre classement : premier groupe, aluminium et cuivre; deuxième groupe, strontium, baryum, calcium; troisième groupe, sodium et potassium; quatrième groupe, ammonium.

» Parmi les sels expérimentés, le sulfate d'alumine et le carbonate de soude sont ceux pour lesquels la contraction spécifique est la plus forte. 1 équivalent de ces sels se dissout dans 1 litre d'eau, sans en augmenter sensiblement le volume. A l'extrémité opposée se trouve l'iodure d'ammonium qui, au lieu de produire une contraction, augmente de $5^{cc},1$ le volume total du sel et du dissolvant.

» Nous ajouterons encore que les chlorure, bromure et iodure d'ammonium, qui, au lieu de produire une contraction, augmentent le volume total des corps mis en présence, accroissent d'autant plus ce volume que leur radical métalloidique a moins d'affinité pour le radical métallique auquel il est combiné.

» 3° Lorsqu'un sel se dissout, on peut admettre qu'il se produit deux effets de sens inverse : 1° un effet de contraction du dissolvant sous l'influence du sel; 2° un effet d'augmentation de volume du sel, par suite de la dissociation plus ou moins avancée de ses éléments constituants. Le premier effet est, dans la généralité des cas, plus considérable que le second, de sorte que le résultat final est ordinairement une contraction. Toutefois, ainsi que nous l'avons dit, l'inverse a lieu pour les chlorure, bromure et iodure d'ammonium.

» 4° Les valeurs de d, obtenues pour la densité des liqueurs normales, donnent une nouvelle vérification, fondée sur des expériences plus précises, du module auquel satisfont les solutions salines normales, et en vertu duquel chaque radical salin produit dans la dissolution une augmentation de densité qui lui est propre et qui est indépendante de l'autre radical auquel il se trouve associé. Le tableau suivant met cette vérifica-

tion en évidence pour deux séries de sels, pour les sels d'ammonium comparés aux sels de potassium et pour les chlorures de divers métaux comparés aux azotates des mêmes métaux.

	Cl	Br	I	Fl	SO^4	AzO^6
K........	1,0444	1,0800	1,1135	1,0468	1,0662	1,0591
Am......	1,0157	1,0520	1,0847	1,0214	1,0378	1,0307
Diff....	0,0287	0,0280	0,0288	0,0254	0,0284	0,0284

	K	Na	Am	Ca	St	Ba
AzO^6.....	1,0591	1,0540	1,0307	1,0578	1,0811	1,1038
Cl.......	1,0444	1,0396	1,0157	1,0439	1,0667	1,0887
Diff....	0,0147	0,0144	0,0150	0,0139	0,0144	0,0151

» On voit en effet que, dans l'un et l'autre cas, les différences des densités correspondantes sont sensiblement constantes; le plus grand écart se présente pour les fluorures de potassium et d'ammonium, et il peut tenir à la difficulté de se procurer le premier sel dans un état aussi bien défini que les autres. Il est bon, du reste, d'ajouter que, très-probablement, cette relation est l'expression d'une loi naturelle que l'expérience ne peut établir que par approximation, comme cela arrive pour la plupart des relations constatées dans l'étude des phénomènes naturels.

» 5° Les valeurs négatives de $V - v$, obtenues pour le chlorure, le bromure et l'iodure d'ammonium, et la valeur presque nulle de $V - v$, qui correspond à l'azotate d'ammonium, semblent établir que, dans les solutions salines, les sels ammoniacaux sont dans un état de dissociation beaucoup plus avancée que les autres sels étudiés.

» Les éléments constituants des sels peuvent-ils éprouver eux-mêmes, et dans une certaine mesure, un phénomène de dissociation plus ou moins avancée, mais qui, dans ce cas, se produirait entre molécules similaires, comme cela a lieu, par exemple, dans le passage de l'hydrogène ordinaire à l'état d'hydrogène actif? C'est une question que nous osons à peine poser; toutefois nous allons indiquer quelques considérations qui peuvent justifier jusqu'à un certain point cette proposition.

» Rappelons ce qui se passe lorsque le carbonate de soude anhydre se combine avec l'eau pour former le sel cristallisé $CO^3Na, 10HO$. Le carbo-

nate de soude anhydre, en se dissolvant, donne au calorimètre +3658 calories; de son côté, le carbonate hydraté cristallisé $CO^3 Na, 10HO$ accuse — 7840 calories. La différence 11 498 représente donc la chaleur cédée au calorimètre par les éléments des cristaux pendant leur formation. Si l'on se bornait à tenir compte, dans ce phénomène, du changement d'état des 10 équivalents d'eau qui passent de l'état liquide à l'état solide, la quantité de chaleur accusée par le calorimètre serait seulement de 7200 calories (à raison de 80 calories pour 1 gramme d'eau), au lieu de 11 498 calories que donne l'expérience. La chaleur de réaction est donc supérieure de 4298 calories à la chaleur latente de solidification de l'eau; de sorte qu'il faut admettre que, dans la formation du cristal, il y a un apport de chaleur par l'eau ou par le sel, ou par les deux à la fois. Cet apport de chaleur semble trouver son explication naturelle dans le phénomène de coercition. L'expérience démontre, en effet, que la formation du cristal est accompagnée d'une contraction de volume des éléments égale à $13^{cc},8$, à laquelle correspond nécessairement un dégagement de chaleur.

» Toutefois la différence de 4298 calories est bien loin de correspondre à l'effet calorifique résultant de la contraction, si l'on suppose que cette contraction est subie exclusivement par l'eau, prise à la température de 15 degrés; car, dans ce cas, la quantité de chaleur rendue libre serait de 104549 calories, à raison de 7576 calories par centimètre cube, ainsi que nous l'avons expliqué précédemment. Les 4298 calories accusées au calorimètre ne sont donc qu'une très-faible partie de ce flux considérable de chaleur; on est alors conduit à se demander à quoi est employé tout le reste. La dissociation des éléments constituants du sel rendrait difficilement compte, à elle seule, du passage à l'état latent de près de 100 000 calories, et, en supposant que cette dissociation soit complète, ce qui n'est guère admissible, il resterait encore un excédant considérable de chaleur dissimulée; on est donc porté à penser que cet excédant pourrait bien être employé, comme nous l'avons dit plus haut, à opérer une dissociation plus ou moins avancée entre les molécules similaires des éléments des composés salins (1).

(1) Nous devons cependant reconnaître que ce raisonnement paraît infirmé, au premier abord, par ce qui se produit pour certains sels ammoniacaux. En effet, dans la dissolution des chlorure, bromure et iodure d'ammonium, par exemple, on observe, non plus une contraction, mais bien une augmentation de volume des éléments mis en présence, de sorte que, en attribuant à l'eau seule cette augmentation de volume, l'eau, au lieu de céder de la chaleur dans le phénomène, devrait en emprunter. Toutefois, dans ce cas, il pourrait

» Une dernière question reste à résoudre : si la coercition de l'eau, dans la formation du cristal, vient en aide à la dissociation du sel par la chaleur provenant de cette coercition, pourquoi y a-t-il un excédant de chaleur accusé au calorimètre, et qui n'a pas été utilisé pour opérer cette dissociation? A cet égard, il faut remarquer que, dans la formation des cristaux, l'eau ne peut intervenir que par masses équivalentes : d'où il résulte que les quantités de chaleur qu'elle met en jeu sont nécessairement définies. En prenant l'eau qui doit entrer dans sa constitution, le cristal prend la chaleur qui lui est nécessaire, et le reste, n'ayant plus de travail à effectuer, reste libre et est accusé au calorimètre. Il n'en est plus de même lorsqu'on dissout le sel hydraté cristallisé. Ce sel peut bien encore exercer sur l'eau une action coercitive en se dissolvant, mais l'intervention de masses d'eau équivalentes n'est plus nécessaire, et l'on comprend le résultat thermique généralement négatif accusé par le calorimètre, la chaleur de dissociation et de diffusion l'emportant alors presque toujours sur la chaleur de coercition.

» Les considérations qui précèdent ne sont pas particulières au carbonate de soude : elles s'appliquent également aux autres sels, susceptibles de cristalliser avec de l'eau, que nous avons étudiés dans notre précédente Communication.

» On peut encore interpréter le phénomène de coercition en le rapprochant du phénomène bien connu de la condensation des gaz et des liquides par les corps solides. En effet, rappelons ce qui se passe lorsque l'acide carbonique, par exemple, est condensé par le charbon de bois. On sait que le gaz carbonique, en se condensant jusqu'à refus sur le charbon, dégage une quantité de chaleur supérieure à celle qu'il dégage en se solidifiant. On sait en outre qu'en se condensant sur le charbon, par fractions successives, la première fraction de gaz condensé dégage plus de chaleur que la deuxième, la deuxième que la troisième, et ainsi de suite jusqu'à la dernière; de sorte qu'on doit admettre que, sous l'influence coercitive du charbon, l'acide carbonique semble former des couches de densité décroissante à partir de la surface de condensation. Suivant toute apparence, les choses se passent de la même manière lorsqu'un sel se trouve en présence

---

bien se faire que l'augmentation de volume de l'eau ne fût qu'apparente, et que celle-ci subît au contraire une contraction, comme celle qu'elle subit en présence des autres sels étudiés; mais, avant de justifier cette assertion, nous avons besoin de compléter quelques recherches sur l'ammonium et sur les sels ammoniacaux.

de l'eau, les surfaces moléculaires du sel amené à un état de division extrême agissant sur l'eau pour lui donner une densité supérieure à celle qu'elle possède à l'état liquide et même à l'état solide.

» Dans un prochain travail, nous reviendrons sur la comparaison des quantités de chaleur mises en jeu par le phénomène de coercition avec les quantités de chaleur mises en jeu dans la formation des composés salins. Ce rapprochement est nécessaire si l'on veut se rendre un compte exact des modifications que ces composés subissent sous l'influence de l'eau. »

« M. P. Gervais fait hommage à l'Académie des Mémoires suivants, qu'il a récemment publiés :

» 1° Nouveau Mémoire sur les *formes cérébrales des Mammifères*, faisant connaître, sous ce rapport, le *Toxodon* ainsi que le *Typotherium*, deux genres éteints très-singuliers qui sont particuliers à l'Amérique méridionale, les *Cheiroptères*, les *Insectivores*, les *Rongeurs* et les *Ongulés de petite taille*.

» 2° Mémoire sur les *fossiles propres aux dépôts à chaux phosphatée du Quercy* (deuxième partie).

» 3° *Monstres polygnathes et hétérognathes.* — Ce travail complète les remarques présentées, en 1851, à l'Académie, par Isid. Geoffroy Saint-Hilaire, à propos du genre de monstruosités que ce savant a nommé *Desmiognathes;* il renferme, en outre, la description d'un cas très-rare de monstres hétérognathes, recueilli dans la clientèle de M. le Dr Péan; cas rappelant par la multiplicité des pièces osseuses, toutes garnies de dents, qui étaient contenues dans une inclusion ovarique, celui que Ploucket et Authenrieth ont autrefois fait connaître.

» 4° *Ostéologie du Sphargis luth.* — Ce grand Chélonien marin n'avait point encore été étudié sous ce rapport. Sa carapace extérieure diffère par des caractères importants de celle des autres animaux du même ordre et n'adhère pas au squelette proprement dit; elle ne répond pas anatomiquement à la carapace de ces derniers. D'autres particularités importantes éloignent également le Sphargis du reste des Chéloniens.

» L'auteur traite, dans les Mémoires dont les titres viennent d'être rappelés, de diverses questions générales se rattachant aux faits qui y sont exposés.

» M. P. Gervais offre, en outre, à l'Académie plusieurs Notes consacrées à différents sujets, qu'il vient aussi de faire imprimer.

» L'une de ces Notes énumère le produit des fouilles entreprises par M. Piette, dans la grotte de Gourdan (Haute-Garonne), fouilles qui ont conduit à la découverte d'un dessin sur os, représentant l'*Antilope Saïga*. Ce dessin était mêlé à de nombreux débris fracturés du Renne et à des restes d'oiseaux, parmi lesquels figurent les genres Coq et Tétras. »

MÉMOIRES LUS.

ZOOLOGIE. — *Recherches sur la faune ancienne de l'île Rodrigues;* par M. **Alph.-Milne Edwards**. (Extrait.)

(Renvoi à la Section d'Anatomie et Zoologie.)

« Jusque dans ces derniers temps, la petite île Rodrigues, située à environ 300 milles marins à l'est-nord-est de Maurice, n'avait attiré que peu l'attention des naturalistes. Vers la fin du XVIIe siècle, un voyageur français, Leguat, y séjourna pendant deux années; il en donna une description fort étendue, mais tout ce qu'il en disait s'accordait si mal avec les indications fournies plus récemment par d'autres navigateurs, que son livre n'inspira que peu de confiance. En effet, l'île Rodrigues semblait, d'après les récits de ce voyageur, avoir une riche végétation et une faune variée, tandis qu'aujourd'hui les animaux y font presque entièrement défaut. Un changement si complet, effectué en moins de deux siècles, paraissait improbable et la véracité de Leguat fut mise en doute. Cependant les assertions de ce naturaliste méritaient d'être accueillies avec confiance, car les débris appartenant à des espèces éteintes et découverts depuis quelques années dans les terrains meubles de l'île Rodrigues doivent être considérés comme autant de témoins irrécusables de l'exactitude de ses observations.

» Les intéressantes recherches de MM. Strickland et Melville, puis de MM. A. et E. Newton, sur l'oiseau que Leguat appelait le *Solitaire* commencèrent la réhabilitation scientifique de ce voyageur et, dans un Mémoire publié il y a quelques années, j'ai montré que, conformément à ses assertions, il y avait jadis à Rodrigues de grands Perroquets, dont l'espèce n'existe plus aujourd'hui ni dans cet île ni sur aucun autre point du globe.

» Les ossements dont l'étude m'a fourni ces résultats ne sont pas les seuls fossiles qui prouvent l'existence d'une faune ornithologique éteinte récemment sur cette terre isolée. Les fouilles pratiquées sous la direction de M. Édouard Newton, auditeur général à Maurice, ont ramené au jour

beaucoup d'autres débris analogues, et les pièces recueillies de la sorte ayant été généreusement mises à ma disposition par le frère de ce naturaliste, M. Alfred Newton, professeur d'Anatomie comparée à l'Université de Cambridge, j'ai pu constater que, à côté des Solitaires et des grands Psittaciens dont je viens de parler, vivaient autrefois plusieurs autres oiseaux se rapportant à des types zoologiques que Leguat avait observés à Rodrigues en 1691, mais qui n'y existent plus de nos jours.

» Parmi les ossements recueillis dans les cavernes, j'ai remarqué d'abord un sternum, un fragment de crâne et un tarso-métatarsien, qui provenaient évidemment d'un oiseau de la taille d'une petite poule, mais ressemblant beaucoup à l'Ocydrome de la Nouvelle-Zélande et, comme celui-ci, incapable de voler.

» Je ne m'étendrai pas sur les particularités anatomiques qu'il présente, car, dans un travail précédent, j'ai établi avec soin les traits distinctifs des différentes espèces de Rallides, fournis par la conformation de cette partie du squelette.

» Le sternum trouvé à Rodrigues montre aussi, par sa conformation, que cet oiseau devait être sinon complétement apténien, du moins incapable d'un vol soutenu. Par ses caractères généraux, cet os ne diffère pas du sternum de l'Ocydrome, et les muscles pectoraux qui s'y insèrent ne pouvaient avoir que très-peu de force; il présente d'ailleurs différentes particularités de structure qui le distinguent de celui de tous les Rallides connus.

» Aujourd'hui il n'existe à Rodrigues aucun oiseau ayant la moindre ressemblance avec les Ocydromes; mais tous les caractères ostéologiques que je viens de signaler s'accordent très-bien avec l'idée qu'on peut se former de certains oiseaux qui habitaient en grand nombre cette île, il y a deux siècles, et que Leguat signale sous le nom de *Gelinottes*.

» Ceux-ci n'étaient évidemment pas des Gelinottes et ils ne pouvaient appartenir à ce groupe zoologique; car ils avaient, au dire de Leguat, le bec long, droit et pointu, à peu près comme celui des Ocydromes et, de même que ces Rallides, ils ne volaient presque pas. Ils ressemblaient aussi aux Ocydromes par une singularité physiologique, l'antipathie pour la couleur rouge. Si on leur présente quelque chose de rouge, dit Leguat, cela les irrite si fort, qu'ils viennent l'attaquer pour tâcher de l'emporter; si bien que, dans l'ardeur du combat, on a occasion de les prendre facilement. Or j'ai observé le même instinct chez les Ocydromes de la ménagerie du Muséum d'Histoire naturelle.

» Il me paraît donc très-probable que le Rallide dont les os se trouvent

encore à Rodrigues est le même oiseau que celui que Leguat désignait sous le nom de *Gelinotte*, et, comme ses caractères anatomiques ne permettent pas de le ranger dans aucun des genres précédemment établis, je lui donnerai le nom d'*Érythromaque*.

» Les débris fossiles soumis à mon examen par M. le professeur Newton m'ont permis de constater que la famille des Hérons, aujourd'hui inconnue à Rodrigues, était représentée jadis par une espèce particulière, à grosse tête, à bec robuste et à pattes courtes. J'ai pu reconstituer, presque en entier, le squelette de cet Échassier, et je ne doute pas que ce ne soit l'oiseau dont Leguat a parlé sous le nom de *Butor*. Ce n'était cependant pas un Butor proprement dit, mais il ressemblait assez à cet Ardéide pour motiver le rapprochement fait par Leguat, et, d'après le récit de ce voyageur, aussi bien qu'à raison du nombre d'ossements recueillis par les soins de M. Newton, on voit qu'il devait être très-commun. Je craindrais d'abuser de l'attention de l'Académie si j'entrais dans plus de détails au sujet des caractères ostéologiques de cette espèce, et je me bornerai à ajouter qu'elle ne peut être confondue avec aucune de celles du même genre que l'on connaît aujourd'hui.

» Une nouvelle preuve de la véracité de Leguat et des changements considérables survenus dans la faune ornithologique de l'île Rodrigues, depuis deux siècles seulement, m'a été fournie par les os des oiseaux de nuit, dont j'ai constaté l'existence. Aujourd'hui on ne connaît, dans cette localité, aucun oiseau de proie; mais, lorsque Leguat y séjournait, les Rapaces nocturnes étaient en assez grand nombre pour aider activement à la destruction des Rats, dont l'île était infestée. D'après les pièces osseuses dont je viens de parler, on peut voir qu'il y avait deux espèces de Hibous à Rodrigues : l'une trop imparfaitement représentée pour que je puisse en déterminer les affinités exactes, l'autre appartenant au genre *Athene* et bien distincte de toutes les espèces vivantes.

» Les autres oiseaux terrestres dont Leguat fait mention comme vivant à Rodrigues sont des Pigeons, des Perroquets, et une espèce du groupe des Passereaux.

» Si les Pigeons n'ont pas entièrement disparu de cette île, ils y sont devenus extrêmement rares, car M. E. Newton, malgré ses recherches, n'a pu en voir un seul individu; mais leur existence passée est démontrée par les ossements qui ont été trouvés associés à ceux du Solitaire, de l'Érythromaque, des Hérons et des Hibous, dont je viens de parler. Ces débris m'ont permis de constater que jadis il y avait là deux espèces de Colombes : l'une

est évidemment le *Turtur picturatus*, qui habite actuellement l'île Maurice.

» La seconde espèce reconnue, d'après un sternum, est plus intéressante. Leguat n'en a pas fait mention, soit parce que cet oiseau échappa à son attention, soit parce qu'il avait déjà disparu de Rodrigues avant l'arrivée de ce voyageur. C'était une espèce de petite taille, à peine plus grande que le *Columba tympanistria*, mais beaucoup mieux conformée pour le vol. Je ne connais aucun genre de la famille des Colombides offrant les mêmes caractères.

» Les Perroquets observés par Leguat étaient de médiocre grosseur, leur plumage était vert et bleu. Ils étaient très-abondants et la chair des jeunes avait un goût agréable. J'ai pu voir, d'après les manuscrits de Pingré, conservés à la Bibliothèque Sainte-Geneviève et qui m'ont été très-obligeamment communiqués par M. Ferdinand Denis, qu'en 1761, époque à laquelle cet astronome visita l'île Rodrigues, pour y observer le passage de Vénus, ces oiseaux commençaient à devenir rares. Cependant ils ne paraissent pas avoir entièrement disparu; car, dernièrement, M. Newton est parvenu à se procurer un Perroquet qui, suivant toutes probabilités, est un représentant de l'espèce observée par Leguat, car plusieurs ossements, trouvés dans les cavernes de l'île, s'y rapportent évidemment. Cet oiseau, bien distinct de tous les Psittaciens actuels, a été décrit par M. Newton, sous le nom de *Palæornis exsul*. Le même ornithologiste a constaté que l'*Agapornis cana*, petite Perruche commune à Madagascar et à Maurice, habite actuellement Rodrigues; mais les colons assurent qu'elle est d'origine étrangère et ajoutent qu'elle a été apportée par un navire américain, venant de Madagascar.

» Quant au grand Perroquet fossile de Rodrigues, que j'ai déjà fait connaître précédemment, sous le nom de *Psittacus rodericanus*, il ne peut être rapporté ni à l'*Agapornis cana* ni au *Palæornis exsul*, et fournit une preuve de plus des changements survenus dans la faune de cette île. Quelques ossements, qui en ont été trouvés dans des fouilles récentes, m'ont permis de voir que cet oiseau se rapprochait beaucoup plus des *Palæornis* que je ne l'avais d'abord supposé et, d'après l'examen que j'en ai fait, je pense que ce Psittacien doit prendre place entre les *Loris* et les *Palæornis*.

» Je ne parlerai pas ici des oiseaux de mer qui fréquentent les côtes de Rodrigues; ce sont toujours les mêmes espèces qui vivent aujourd'hui et qui y vivaient il y a deux siècles; on y voit, comme du temps de Leguat, des Frégates, des Fous, des Phaétons, des Petrels.

» La faune ornithologique sédentaire avait un tout autre intérêt, puisque

c'est en la comparant, telle qu'elle est aujourd'hui, aux espèces que révèlent les ossements extraits du sol des cavernes et que Leguat avait observées, qu'il est possible de constater que, en moins de deux siècles, des changements très-considérables se sont accomplis dans la composition de cette faune, riche jadis et aujourd'hui remarquablement pauvre.

» La végétation y a changé aussi de caractère, car les beaux arbres dont parle Leguat ont, pour la plupart, fait place à des broussailles; mais ces modifications ne sont dues ni à une catastrophe géologique, ni à des phénomènes météorologiques particuliers, car le climat n'a pas varié.

» Les traditions locales attribuent la destruction des bois à de grands incendies, allumés par l'homme, et c'est aussi l'influence, soit directe, soit indirecte de celui-ci qui me paraît avoir déterminé l'extinction des espèces animales dont je viens de parler. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

DOUBLE RÉFRACTION. — *Vérification de la loi d'Huyghens, par la méthode du prisme.* Mémoire de M. Abria. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section de Physique.)

« La loi de la double réfraction dans les cristaux uni-axes n'a été vérifiée jusqu'à présent, à ma connaissance, que dans des cas particuliers et par la méthode du transport. Le travail que j'ai l'honneur de soumettre au jugement de l'Académie renferme les résultats de quelques expériences que j'ai entreprises pour la vérification de cette loi, en employant la méthode du prisme.

» Soit une substance biréfringente, taillée sous la forme d'un prisme offrant cinq angles dièdres, l'axe ayant du reste une direction quelconque. Si l'on mesure pour une raie déterminée, pour la raie D par exemple, l'indice de réfraction de chacun des rayons, en amenant pour ce rayon le prisme dans la position du minimum de déviation, on devra trouver, quelle que soit l'arête réfringente, une valeur constante de l'indice pour l'un d'eux, lequel sera l'ordinaire et se trouvera ainsi déterminé. Le prisme étant dans la position du minimum de déviation pour l'image ordinaire, si l'on mesure l'angle que forment entre eux les rayons émergents, ordinaire et extraordinaire, à leur sortie du prisme, il suffira de comparer la valeur fournie par l'observation à celle à laquelle conduit l'application de la loi d'Huyghens; s'il y a concordance, il ne pourra rester de doute sur l'exactitude de cette loi.

» Les calculs sont un peu longs, parce que, pour chaque cas, on a besoin de six quantités; mais ils exigent seulement beaucoup d'attention, sans offrir de grandes difficultés.

ANGLE DU RAYON E AVEC L'AXE.	ANGLE DES RAYONS O ET E à leur sortie du prisme.		DIFFÉRENCE.	OBSERVATIONS.
	Calcul.	Observation.		
76°.19′	14°.11′.37″	14°.10′.30″	1′. 7″	Prisme de spath, offrant cinq angles dièdres; chacun d'eux donne lieu à deux expériences de vérification.
108.50	13.22. 6	13.22.20	14	
32.13	3.54.51	3.51.20	3.31	
32.42	4.01.26	3.58.10	3.16	
60. 8	11.03.46	11. 3.10	36	
64.32	12.02.53	12.10.30	7.37	
73.21	13.27. 6	13.34.40	7.34	
111. 9	12.56.23	12.49.56	6.33	
44.56	5.30. 5	5.27.20	2.45	
39.20	5.29.57	5.23.50	6. 7	
60. 7	45.55	46.15	20	Prisme de quartz, offrant seulement trois angles dièdres; chacun d'eux ne donne lieu qu'à une expérience de vérification.
60. 5	46. 4	46.25	21	
38.16	36. 1	35.53	8	
31.21	40.49	41.00	11	
64.34	41.46	40. 5	41	
4.55	12	10″ à 20″	Insensible.	Prisme de quartz, offrant seulement trois angles dièdres; l'axe est parallèle à l'un des côtés de la base.
57.19	43.18	42.55	23	
62.18	33.42	31.45	57	

» Le tableau ci-joint renferme les résultats de dix-huit expériences, faites, les dix premières avec un prisme de spath, et les huit autres avec deux prismes de quartz. Les différences sont presque toujours inférieures à $\frac{1}{100}$ de la quantité à mesurer; elles sont très-acceptables, si l'on réfléchit au nombre de formules que l'on est obligé de calculer. »

ZOOLOGIE. — *Monographie des poissons de la famille des Symbranchidés*; par M. **Camille Dareste**. (Extrait.)

(Renvoi à la Section d'Anatomie et Zoologie.)

« La famille des Symbranchidés est une famille très-naturelle, voisine, mais bien distincte de celle des Anguilles.

» Elle ne contient que quatre espèces qui, malgré leurs affinités bien évidentes, sont cependant assez distinctes, surtout au point de vue anatomique, pour être réparties en quatre genres : ce sont les *Symbranchus marmoratus*

(Bloch), *Uniapertura levis* (Lacépède), *Monopterus javanicus* (Lacépède), *Amphipnous cuchia* (J. Müller). Le genre *Alabes*, de Cuvier, bien que je ne l'aie étudié que d'une manière très-incomplète, et qu'il m'ait été impossible d'en faire la dissection, me paraît appartenir à un autre groupe; car, s'il ressemble aux Symbranchidés par l'existence d'une seule fente branchiale, il s'en écarte complétement par la position de l'anus fort en avant et, par conséquent, par le grand développement de la région caudale.

» Les Symbranchidés, qui ressemblent aux Anguilles par la forme générale du corps, s'en distinguent à l'extérieur, ainsi que des autres poissons, par la réunion en une seule des deux fentes branchiales, par l'absence complète des nageoires paires et l'état excessivement rudimentaire de la nageoire paire, qui commence à la face dorsale au-dessus de l'anus et qui, à la face ventrale, ne s'étend pas toujours jusqu'à cet orifice; enfin, par la brièveté excessive de la queue, résultant de la position très-reculée de l'anus en arrière.

» L'organisation de ces animaux présente des particularités très-remarquables.

» La tête osseuse, qui caractérise si bien les groupes naturels des poissons, ainsi que je l'ai montré dans un travail publié l'année dernière, reproduit assez exactement le type de la tête des Murénoïdes, mais avec de remarquables différences. Le trait le plus saillant, c'est que l'aile palatine s'attache dans toute son étendue à la base du crâne et forme ainsi, à la voûte de la cavité buccale, un plafond entièrement osseux, caractère qui ne se rencontre, dans la classe des poissons, que dans un type très-différent, celui des *Mormyres* et du *Gymnarchus*. Le rebord de l'aile palatine est garni de dents dans toute son étendue, de telle sorte qu'il existe chez ces poissons deux rangées de dents, l'intérieure aux palatines, et l'extérieure aux intermaxillaires, comme chez les Serpents, à qui, d'ailleurs, ils ressemblent à beaucoup d'égards; le vomer, au contraire, est complétement dépourvu de ces organes. La mâchoire supérieure, contrairement à ce que l'on observe chez les Anguilles, est formée de deux pièces juxtaposées dans presque toute leur longueur, et qui représentent le maxillaire et l'intermaxillaire des poissons. L'aile operculaire est assez développée, bien qu'entièrement cachée sous la peau comme chez les Anguilles; mais les rayons branchiostéges sont fort petits. Du reste, bien que la forme générale de la tête osseuse et des autres parties du squelette soit exactement la même, chaque espèce ou, pour mieux dire, chaque genre se distingue par des caractères ostéologiques d'une grande importance. Ainsi l'*Uniapertura* et le *Mono-*

pterus ont une ceinture scapulaire complète et attachée au crâne, comme chez la plupart des poissons osseux, tandis que les pièces supra-scapulaires font complétement défaut chez le *Symbranehus* et l'*Amphipnous*, plus semblables, sous ce rapport, aux véritables Anguilles. Le *Monopterus* présente aussi ce fait que l'interpariétal sépare complétement les pariétaux et vient se réunir aux frontaux, tandis que, dans les trois autres, comme chez les Anguilles et les Murènes, les pariétaux séparent complétement les frontaux et l'interpariétal. Il en est de même pour les côtes, qui tantôt existent et tantôt manquent.

» La disposition des parties molles, et principalement de l'appareil circulatoire, est également très-remarquable. Les Symbranchidés, contrairement à ce qui existe chez tous les poissons, possèdent un véritable cou. Le cœur, au lieu d'être placé immédiatement en arrière de la tête et de la région branchiale, en est au contraire à une très-grande distance, et la région du corps qui les sépare, véritable région cervicale, est entièrement occupée par des plans musculaires, entre lesquels sont placés, supérieurement l'œsophage, inférieurement l'artère branchiale, qui est très-longue, et latéralement les deux veines jugulaires. Le cœur est parfaitement symétrique; le ventricule est très-allongé; l'oreillette, dont le développement est considérable, se replie à la face supérieure du ventricule, et ses rebords frangés viennent s'accoler l'un à l'autre. Les veines qui viennent aboutir au sinus veineux sont au nombre de quatre et restent complétement séparées, contrairement à ce qui a lieu chez tous les autres poissons : ce sont supérieurement les deux veines jugulaires, inférieurement une grosse veine qui vient de l'intestin et du foie, et qui représente la veine cave inférieure, puis une autre veine qui provient de la région caudale et qui reçoit les veines du rein. Je n'ai pu, à mon grand regret, étudier en détail ces faits si exceptionnels, parce que je n'ai eu à ma disposition que des animaux qui avaient séjourné depuis très-longtemps dans l'alcool; je les signale aux anatomistes qui pourront étudier des pièces fraîches. Je dois rappeler ici que Taylor a signalé ces faits en 1831, dans le *Cuchia*, et en a conclu que cet animal devait former un passage des poissons aux reptiles; cette organisation si remarquable du Cuchia existe chez tous les Symbranchidés.

» Je dois rappeler encore, comme caractères anatomiques communs à tous ces poissons, la disposition du tube digestif, qui se dirige en droite ligne et sans présenter extérieurement des divisions, depuis la tête jusqu'à l'anus; le grand volume du foie, qui est accolé au tube digestif dans la plus grande partie de son parcours dans la cavité abdominale, et qui, même

chez le *Symbranchus* et l'*Uniapertura*, l'accompagne jusqu'à l'anus; le développement considérable de la vessie urinaire qui, chez de grands individus, présente une longueur de 2 décimètres; l'existence, chez les mâles, de deux testicules, et chez les femelles d'un ovaire unique venant s'ouvrir à l'extérieur, en avant de la vessie urinaire. Les œufs atteignent un volume assez grand pour faire croire à l'existence de l'ovoviviparité; mais tous ceux que j'ai étudiés étaient trop altérés pour permettre de constater s'il y avait eu commencement de développement embryonnaire.

» L'encéphale, dont l'étude eût été si intéressante, était complétement altéré sur les individus que j'ai eus entre les mains.

» D'autre part, ces animaux, si semblables par tant de détails de leur organisation, diffèrent complétement les uns des autres par la disposition de l'appareil respiratoire et par la manière dont la respiration s'accomplit. Ici je n'ai point de fait nouveau à signaler. Je rappellerai seulement que, tandis que le *Symbranchus* et l'*Uniapertura* ne diffèrent en rien des autres poissons, le *Monopterus* ne présente, de chaque côté, que trois branchies, bien qu'il possède quatre crosses de l'artère branchiale, l'une de ces crosses n'étant point en communication avec un système de vaisseaux capillaires et ne pouvant, par conséquent, servir à l'oxygénation du sang. Le *Monopterus* se rapproche donc, à ce point de vue, des reptiles. Le *Cuchia* possède une organisation plus remarquable encore; car il joint à l'organisation branchiale du *Monopterus* l'existence d'un sac respiratoire, qui est en communication avec la partie antérieure de la chambre branchiale et qui est à peine indiqué, chez les autres espèces, par une petite excavation dépourvue d'un réseau capillaire.

» Je dois signaler ici, dans le *Monopterus*, un fait fort intéressant, mais dont je ne puis donner la signification. Dans la plupart des individus que j'ai étudiés, le troisième arc branchial ne porte point de lamelles, mais il est seulement revêtu par une membrane continue. Tous ces individus ont été pêchés dans des étangs et même dans des étangs desséchés, qu'il faut ouvrir à coups de bêche. Deux individus, pêchés dans le *Yang-tse-Kiang* et qui ne présentent avec le précédent aucune différence spécifique, ont, au contraire, le troisième arc branchial garni de lamelles branchiales, comme les deux arcs précédents. Ces lamelles du troisième arc branchial seraient-elles des organes temporaires coexistant avec la vie active de ces animaux, lorsqu'ils remontent les fleuves, et disparaissant pendant leur période d'engourdissement, lorsqu'ils vivent dans la vase desséchée? Je ne puis ici que soulever la question.

» Il est fort curieux de constater de si grandes différences dans le mode de fonctionnement des phénomènes respiratoires chez des animaux, d'ailleurs si voisins les uns des autres. Cela nous apprend, par un très-frappant exemple, que ce qui caractérise les groupes naturels, c'est le type ou les conditions anatomiques de la forme générale, et que les caractères tirés des faits physiologiques ne doivent venir qu'en seconde ligne. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Épurateur mécanique pour le gaz d'éclairage, pouvant servir en même temps à mélanger les gaz avec des vapeurs liquides.* Note de M. **D. Colladon**. (Extrait.)

(Renvoi à la Commission nommée pour un Mémoire précédent de MM. Audouin et Pelouze, Commission qui se compose de MM. Peligot, Rolland, Jamin.)

« Retenu quelques semaines au Saint-Gothard par les travaux d'installation des moteurs hydrauliques et l'établissement des nouvelles pompes de compression qui fourniront l'air comprimé aux deux extrémités du tunnel, long de 14900 mètres, à percer dans le granit, je n'ai connu que tardivement la Communication faite à l'Académie par MM. E. Pelouze et P. Audouin, dans la séance du 28 juillet, sur un nouveau procédé de condensation des matières liquéfiables tenues en suspension dans les gaz.

» Il est assez naturel que le même principe se présente à l'esprit de divers inventeurs, et que des procédés analogues soient proposés par des savants ou des praticiens pour obtenir des effets semblables; mais il est toujours permis à celui qui a publié le premier l'un de ces principes, ou de ces procédés, de rappeler la forme sous laquelle il les a présentés et l'époque où ils ont été publiés.

» J'espère donc que l'Académie me permettra de lui transmettre une réclamation de priorité sur l'application du principe essentiel sur lequel est basée la méthode d'épuration proposée récemment par les éminents chimistes et praticiens, MM. Pelouze et Audouin, et je réclamerai de sa bienveillance l'insertion dans les *Comptes rendus* de la Communication que j'avais adressée en 1858 à MM. Bolley et Kronauer, professeurs à Zurich, et qui a paru la même année dans leur *Journal polytechnique*, avec les réflexions qu'ils y avaient ajoutées (1).

(1) *Voir* le volume LXII des *Brevets expirés*, qui donne la figure de l'appareil que j'ai employé, et que le *Journal polytechnique* a reproduite.

» L'épuration doit débarrasser le gaz d'éclairage des particules solides, naphtaline, goudron, combinaisons ammoniacales, ainsi que des gaz, tels que l'acide carbonique, l'acide sulfurique, etc.

» Pour le lavage, on a employé des vases opérant comme les appareils de Woolf, dans lesquels le gaz traverse l'eau ou une solution liquide convenable, sous forme de bulles ou de courants ténus, à travers une toile métallique. Cette disposition est insuffisante pour des travaux en grand, parce que les bulles de gaz prennent la forme sphérique qui, pour le plus grand volume, présente la surface minima. En outre, cette méthode est liée à une notable augmentation de pression, ce qui n'est pas sans inconvénient.

» Les cascades chimiques, dans lesquelles le gaz se meut de bas en haut à travers une fine pluie du liquide laveur, conviennent déjà beaucoup mieux, mais elles exigent une trop grande quantité de liquide. Les tours à coke (*schrubbers*) produisent un effet encore plus complet : ce sont de grands vases dans lesquels on dispose par couches du coke, du gravier ou d'autres substances, qu'on entretient humides par un filet de liquide tombant du haut, et au travers desquels le gaz passe de bas en haut; mais l'effet est très-inégal, et, quand les laveurs ne sont pas très-grands, ils refusent le service.

» Le nouveau laveur mécanique a l'avantage de produire un effet très-puissant sous des dimensions assez restreintes. A l'usine à gaz de Genève, il fournit du gaz de houille tout à fait supérieur au point de vue du pouvoir éclairant et au point de vue de la salubrité; en outre, avec ce nouveau laveur, on dépense moins de matériel d'épuration qu'avec l'ancien système de lavage. Le même appareil rendrait sans doute les meilleurs services dans le cas où l'on voudrait saturer un gaz avec les vapeurs d'un liquide, par exemple l'hydrogène avec de la vapeur de pétrole.

» Le système repose sur ce principe, que la meilleure disposition pour laver un gaz ou pour le saturer doit consister à le faire frapper, sous la forme de courants aussi ténus que possible, contre des parois solides entretenues perpétuellement humides; les courants se brisent contre ces surfaces et sont empêchés de se mouvoir en ligne droite. Les particules gazeuses sont ainsi toujours maintenues dans un mouvement gyratoire et sont pressées contre les parois humides, de façon qu'elles absorbent la substance répandue sur ces parois ou qu'elles y déposent une partie de leur substance propre, suivant qu'il s'agit de saturer le gaz ou de le laver.

» J'ai établi des laveurs mécaniques basés sur ce principe, en 1856, 1857 et 1858, à Genève, à Berne, dans quelques petites usines et, en 1863, dans la grande usine de Naples. L'effet produit a été considérable, comme l'attestent les rapports annuels de l'usine de Genève et la diminution des frais d'épuration.

» En 1857 et 1858, les exhausteurs n'étaient employés que dans quelques-unes des plus vastes usines à gaz du continent; encore aujourd'hui la plupart des petites usines n'en possèdent pas. Les appareils que j'ai proposés et fait construire sont applicables à toutes les usines.

» Pour celles qui n'ont pas d'exhausteurs, on donne plus de largeur aux fentes ou ouvertures successives qui dirigent le gaz contre les surfaces épurantes, et la surélévation de pression qui en résulte peut être au-dessous d'un millimètre d'eau, quoique la puissance épurante soit très-grande.

» Dans les usines qui ont des exhausteurs, on peut rétrécir ces fentes ou passages, et la puissance épurante en est augmentée, sans accroissement de volume des appareils. C'est ce que j'ai fait à Genève, lorsque cette usine a été pourvue d'un exhausteur en 1863, et à Naples à la même époque. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Recherches relatives à l'action des substances dites* antiseptiques *sur le virus charbonneux*. Note de M. C. **Davaine**, présentée par M. Bouley.

(Commissaires : MM. Cl. Bernard, Bouley, Fremy.)

« Dans une précédente Communication, j'ai établi que le virus charbonneux est détruit par une température qui varie entre 48 et 55 degrés C., suivant la durée de l'application de la chaleur; je vais rechercher aujourd'hui quelle est l'action, sur ce virus, de plusieurs autres agents auxquels on donne en médecine le nom d'*antiseptiques*.

» Mais d'abord je dois rappeler que le cobaye étant tué constamment par une quantité de sang charbonneux frais inférieure à un cent millième de goutte, lorsqu'on la lui injecte sous la peau avec la seringue de Pravaz, cet animal peut servir de réactif pour déterminer l'existence du virus charbonneux, même lorsqu'il se trouve en quantité extrêmement minime.

» Si donc on mêle avec de l'eau un *centième*, un *millième*, un *dix millième* de sang charbonneux, et si l'on ajoute à cette eau la substance dont on veut connaître l'action antiseptique, il suffit, après un certain temps de contact, d'injecter sous la peau d'un cobaye une seule goutte de ce liquide pour obtenir le résultat cherché. En effet, si l'animal continue de vivre,

c'est que le virus a été détruit par la substance antiseptique; il mourra, au contraire, si le virus est resté intact.

» La mort du cobaye, après l'injection du virus charbonneux, arrive dans les limites de un à quatre jours; ce n'est que dans des cas très-rares qu'elle dépasse cette limite, qui n'atteint jamais huit jours.

» Par ces considérations, les expériences faites successivement avec la même substance, et dont je vais parler, ont eu entre elles un intervalle d'au moins quatre jours.

» En l'absence de toute donnée sur la puissance d'action de chacune de ces substances, la première dose essayée a été prise arbitrairement; puis, dans des expériences successives, elle a été augmentée ou diminuée, suivant les résultats obtenus. Un exemple fera comprendre cette manière de procéder :

» Dans 2^{gr},50 d'eau distillée, on introduit une quantité de sang charbonneux suffisante pour qu'une goutte du liquide injectée sous la peau d'un cobaye le tue nécessairement; on y ajoute ensuite 1 centigramme d'*acide chromique*. Après une demi-heure de contact, une goutte de ce liquide est injectée sous la peau d'un cobaye, qui n'en éprouve aucun effet. Quatre jours après, la même expérience est répétée avec une solution d'acide chromique au $\frac{1}{500}$, puis successivement au $\frac{1}{1000}$, au $\frac{1}{1500}$, au $\frac{1}{2000}$, au $\frac{1}{2500}$, au $\frac{1}{3000}$, au $\frac{1}{3000}$, au $\frac{1}{4000}$, au $\frac{1}{5000}$, au $\frac{1}{5000}$. Tous les animaux survivent. Quatre expériences au $\frac{1}{6000}$ donnent deux morts et deux survivants; une au $\frac{1}{7000}$, mort. L'action antiseptique de l'acide chromique sur le virus charbonneux s'arrête donc au six millième.

» Il est à remarquer, cependant, que la limite de l'action de l'acide chromique n'est point nettement tranchée : c'est une question sur laquelle je reviendrai à la fin de cette Note.

» L'analogie ayant pu faire supposer que l'*acide chlorhydrique* possède des propriétés antiseptiques non moins énergiques, une première expérience est faite avec cet acide au $\frac{1}{5000}$. Le cobaye auquel une goutte de la solution est injectée meurt trois jours après. Dans une deuxième expérience, la solution étant au $\frac{1}{4000}$, le cobaye mourut aussi au bout de trois jours. Dans une troisième expérience, avec une solution au $\frac{1}{3000}$, l'animal inoculé survécut.

» L'action antiseptique de l'acide chlorhydrique est donc inférieure à celle de l'acide chromique.

» Dans les expériences dont je vais rapporter les résultats, la proportion du sang charbonneux a été généralement de $\frac{1}{100}$; il provenait d'un animal

mort le jour même ou la veille, condition importante, car la putréfaction détruit rapidement le virus. La durée du contact du virus avec la substance antiseptique a été d'une demi-heure à une heure; enfin l'autopsie et l'examen microscopique après la mort ont constamment montré qu'elle était due au charbon.

» Ne pouvant rapporter ici toutes les expériences avec les détails qu'elles comportent, je n'en donnerai qu'une indication sommaire :

» *Ammoniaque* au $\frac{1}{100}$, $\frac{1}{150}$, les deux animaux survivent; au $\frac{1}{100}$, $\frac{1}{200}$, $\frac{1}{200}$, $\frac{1}{300}$, les quatre animaux meurent.

» *Silicate de soude* au $\frac{1}{100}$, $\frac{1}{150}$, survivent; au $\frac{1}{200}$, $\frac{1}{200}$, meurent.

» *Potasse caustique* au $\frac{1}{250}$, $\frac{1}{250}$, $\frac{1}{375}$, survivent; au $\frac{1}{500}$, sur cinq, un meurt et quatre survivent; au $\frac{1}{750}$, $\frac{1}{1000}$, meurent.

» *Chlorure d'oxyde de sodium* au $\frac{1}{200}$, $\frac{1}{300}$, $\frac{1}{400}$, $\frac{1}{500}$, $\frac{1}{600}$, survivent.

» *Vinaigre ordinaire* au $\frac{1}{100}$, $\frac{1}{100}$, $\frac{1}{150}$, survivent; au $\frac{1}{200}$, meurt.

» *Permanganate de potasse* au $\frac{1}{1000}$, $\frac{1}{1000}$, $\frac{1}{1250}$, $\frac{1}{1250}$, survivent; $\frac{1}{1500}$, $\frac{1}{2000}$, meurent; $\frac{1}{2000}$, $\frac{1}{3000}$, $\frac{1}{4000}$, $\frac{1}{5000}$, $\frac{1}{5000}$, survivent; $\frac{1}{6000}$, $\frac{1}{6000}$, meurent.

» *Acide sulfurique* au $\frac{1}{1000}$, $\frac{1}{1000}$, $\frac{1}{1500}$, $\frac{1}{2000}$, $\frac{1}{2000}$, $\frac{1}{2500}$, $\frac{1}{3000}$, $\frac{1}{3000}$, $\frac{1}{4000}$, $\frac{1}{5000}$, survivent; au $\frac{1}{6000}$, sur quatre inoculés, deux survivent et deux meurent; au $\frac{1}{7000}$, un survit et un meurt; un au $\frac{1}{8000}$ survit.

» *Solution d'iode ioduré* au $\frac{1}{100}$, $\frac{1}{300}$, $\frac{1}{1000}$, $\frac{1}{1500}$, $\frac{1}{2000}$, $\frac{1}{2500}$, $\frac{1}{3000}$, $\frac{1}{3000}$, $\frac{1}{4000}$, $\frac{1}{5000}$, $\frac{1}{5000}$, $\frac{1}{6000}$, $\frac{1}{6000}$, $\frac{1}{6000}$, $\frac{1}{6000}$, $\frac{1}{7000}$, $\frac{1}{8000}$, $\frac{1}{8000}$, $\frac{1}{9000}$, $\frac{1}{10000}$, $\frac{1}{11000}$, $\frac{1}{12000}$, survivent, sauf un seul inoculé au $\frac{1}{6000}$.

» A l'exception de ce cas et de deux avec le permanganate de potasse, on remarque dans toutes ces expériences, au nombre de 101, une régularité parfaite jusqu'au voisinage de la limite d'action de la substance antiseptique. Ces trois cas exceptionnels tiennent sans doute à ce que les vases ou les instruments qui avaient servi aux expériences n'étaient pas bien nets, car il suffit de $\frac{1}{1000000}$ de goutte de sang pour communiquer le charbon au cobaye. Ces erreurs sont facilement rectifiées en répétant l'expérience, comme on l'a fait ici.

» L'*acide phénique* jouissant aujourd'hui d'une grande réputation comme antiseptique, je rapporterai avec plus de détails les expériences qui le concernent :

» Le 4 juillet, dans une solution d'acide phénique au $\frac{1}{100}$, on met du sang charbonneux dans la proportion de $\frac{1}{100}$. Après quarante-cinq minutes de contact, une goutte du liquide est injectée, sous la peau de la nuque, à un cobaye qui survit.

» Le 8 juillet, la même expérience est faite avec une solution d'acide phénique au $\frac{1}{200}$; l'animal meurt du charbon dans la nuit du 10 au 11 juillet.

» Le 16 du même mois, l'expérience est reprise avec une solution d'acide phénique au $\frac{1}{100}$; l'animal survit. Le 22, la même expérience est faite avec une solution au $\frac{1}{150}$; le cobaye survit. Le 26, l'expérience est faite de nouveau avec une solution au $\frac{1}{200}$; le cobaye meurt du charbon le 29.

» Enfin la même expérience, avec une solution d'acide phénique au $\frac{1}{200}$, est faite le 28 septembre dernier, et le cobaye inoculé meurt du charbon le 30, deux jours après.

» On peut donc, d'après leur puissance comme antiseptiques, ranger les diverses substances que nous venons d'examiner dans l'ordre suivant : ammoniaque, silicate de soude, vinaigre ordinaire et acide phénique; puis la potasse caustique, le chlorure d'oxyde de sodium (?), l'acide chlorhydrique, le permanganate de potasse, l'acide chromique, l'acide sulfurique, l'iode. La puissance de l'ammoniaque, du vinaigre et de l'acide phénique enfin étant représentée par $\frac{1}{200}$, celle de l'iode le serait par $\frac{1}{12000}$.

» L'irrégularité dans les résultats, que l'on remarque vers les limites de l'action de la substance antiseptique, s'explique par la nature du virus; en effet, ce virus étant un être vivant, un corps solide, par conséquent, ne se trouve point en égale quantité dans tous les points du liquide, comme le ferait une substance soluble. Lorsque, par le fait de sa destruction par la substance antiseptique, sa quantité diminue beaucoup, il arrive que chacune des gouttes injectées n'en contient pas toujours; de là une irrégularité nécessaire dans les résultats. Le même fait s'observe aux limites d'action de la chaleur et à un certain moment, lorsque l'on diminue progressivement la quantité du sang virulent par des dilutions successives.

» Cette irrégularité prouverait, si le fait n'était aujourd'hui suffisamment démontré, que le virus charbonneux est un corps solide et non une substance soluble.

» Les expériences que j'ai exposées dans une Communication précédente et dans celle-ci donnent des indications utiles pour la pratique : l'action de la chaleur sur le virus montre que l'on peut impunément faire usage, pour l'alimentation, de viandes charbonneuses cuites. L'iode doit être considéré comme le meilleur antiseptique que l'on puisse employer dans le traitement des maladies charbonneuses, lorsque, n'étant plus localisées sous forme d'une simple pustule, elles ont pris une certaine extension. Des injections d'eau iodée au $\frac{1}{6000}$ sont parfaitement tolérées par les tissus, et peut-être dans l'œdème charbonneux, qui est constamment mortel pour l'homme, et dans les tumeurs de même nature chez les animaux, ces injections donne-

ront d'heureux résultats; enfin, comme désinfectant des peaux, des débris et du sang des animaux charbonneux, l'acide sulfurique, dont on se sert déjà dans l'agriculture et dont le prix est modique, sera certainement le plus précieux de tous. »

AGRICULTURE. — *Études sur le Phylloxera* (suite); par M. **Max. Cornu**, délégué de l'Académie.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« J'ai voulu savoir pourquoi le Phylloxera déposé sur les feuilles n'y produisait aucune galle, ne s'y fixait pas, et reconnaître comment il disparaissait brusquement et même très-rapidement.

» J'entourai d'abord d'un nœud de laine une branche (de *Vitis rupestris*) sur laquelle je déposai trente-trois insectes jeunes et agiles; au bout de peu de minutes ils avaient disparu. Aucun d'eux ne se retrouva retenu prisonnier dans les filaments de laine qu'ils avaient dû traverser, ainsi que je le pensais.

» Autour de l'axe qui portait les feuilles, je traçai un anneau de glycérine, anneau que les insectes devaient, dans ma pensée, traverser pour s'échapper. Ils ne pouvaient s'aventurer sur la surface enduite de glycérine sans y rester embarrassés et adhérents. Les insectes disparus de la surface des feuilles ne furent pas retrouvés sur cet enduit.

» Pour simplifier le végétal et le rendre plus facile à observer, je pris deux jeunes branches du *Vitis cordifolia*, qui offre si souvent des galles, et une autre de *Vitis vulpina;* les larges feuilles furent enlevées, l'extrémité seule fut conservée et maintenue dans l'eau d'un flacon dans sa position naturelle par le moyen d'un fil de plomb ; toutes les parties étaient parfaitement visibles. Un *seul* et *unique* insecte, provenant de galles d'une autre vigne américaine, fut déposé sur les feuilles terminales de cette tige et suivi avec attention. Il était fort agile; déposé à $3^h 35^m$, il se déplaçait avec rapidité; les poils de la feuille étaient un grand obstacle à sa marche et le faisaient souvent trébucher et tomber sur le côté. Il parut vouloir passer sur la face inférieure de la feuille, atteignit le bord garni de poils roides et tomba à $3^h 47^m$. Une feuille de papier très-blanc avait été déposée au-dessous du flacon. L'insecte fut immédiatement aperçu; il s'était relevé et marchait avec agilité. Il n'était demeuré sur la feuille que douze minutes; il l'avait quittée, quoiqu'elle fût très-jeune, qu'il y eût autour de lui des feuilles plus jeunes encore, et qu'elle appartînt à une espèce fréquem-

ment couverte de galles. D'après Riley, en effet, les variétés du *Vitis cordifolia* sont aussi souvent couvertes de galles que le type que j'avais employé.

» Des expériences analogues furent faites avec le *Vitis vulpina;* l'insecte restait six, cinq ou quatre minutes. Il y a chez lui un parti pris de se laisser tomber.

» De là on peut conclure que le passage de l'insecte des feuilles aux racines, dont la Commission se préoccupait l'année dernière, passage qui n'a du reste qu'un intérêt théorique à cause de l'extrême rareté des galles, a lieu non pas par la marche du Phylloxera le long de la tige, mais par une chute volontaire et naturelle sur le sol, même d'une grande hauteur. La petite taille et le faible poids du puceron rendent cette chute sans danger pour lui. Ceci nous montre pourquoi, sur les feuilles où les galles se sont vidées, on ne rencontre aucun vestige des jeunes, qui se sont évidemment laissés tomber.

» Une vérification de ce fait peut être donnée. Dans les flacons où l'on conserve des galles, les œufs nombreux qu'elles contiennent éclosent et donnent naissance à une grande quantité de jeunes. Si l'on prend alors une de ces feuilles chargées de galles, et qu'on la dépose sur une feuille de papier avec précaution et sans secousse, on voit, au bout de peu de minutes, les jeunes se laisser choir et se déplacer ensuite avec rapidité. Le même fait s'observe encore dans les mêmes conditions sur le Phylloxera des racines, surtout quand ces dernières commencent à se dessécher; les jeunes, et même les insectes plus âgés, quittent la racine et semblent décidés à tenter la recherche d'un autre substratum. On voit que c'est bien volontairement qu'ils quittent l'écorce où leurs crochets peuvent s'implanter aisément, et qui est plus favorable à la progression que le papier lisse où ils se déplacent cependant allégrement. Ainsi donc, je le répète, ils se laissent volontairement tomber; c'est un moyen habituel à ces insectes pour quitter le point où ils se trouvent. J'ai signalé le même fait chez les Phylloxeras ailés (1) du chêne. Les entomologistes ne seront pas surpris de cette particularité, qui se retrouve chez un grand nombre d'insectes; encore fallait-il la signaler ici.

» Ainsi, en résumé, le passage des feuilles aux racines doit se faire par la chute spontanée des jeunes individus des galles qui doivent ensuite, à leurs risques et périls, chercher à pénétrer dans le sol.

» Les feuilles couvertes de galles et conservées en flacon permettent d'observer une autre particularité. Les jeunes, récemment éclos, quittent les feuilles

---

(1) Voir *Comptes rendus*, séance du 15 septembre 1873.

et se dispersent en grand nombre sur les parois du flacon; si ces parois ne sont pas couvertes d'une couche d'humidité, on les voit circuler de côté et d'autre, mais on remarque aisément qu'ils se tiennent de préférence du côté le plus éclairé. Ils s'y accumulent, et le pointillé jaune qu'ils y produisent par leur présence rend l'observation très-aisée. Pour rendre le fait plus saillant, j'entourai le flacon (une éprouvette à pied) d'un manchon de papier noir, sur lequel je ménageai une petite ouverture rectangulaire de 5 millimètres sur 7 environ. En plaçant cette ouverture du côté du jour, à la lumière diffuse, on voyait, à la loupe, sur le fond noir de l'intérieur du flacon, des insectes éclairés passer et repasser. J'en comptai de treize à dix-sept; en voilant la petite fenêtre pendant peu de minutes, on n'en apercevait plus que trois ou quatre. En déplaçant par glissement le manchon et la petite ouverture, on pouvait se convaincre que l'accumulation des insectes était toute locale et non répartie sur tous les points de la paroi; en un mot, qu'elle provenait bien de l'action de la lumière.

» Ainsi les jeunes, munis seulement d'yeux imparfaits, aussi bien que les individus ailés munis d'yeux multiples, sont sensibles à l'action de la lumière. C'est vraisemblablement aussi à cause de cette action de la lumière sur eux qu'on voit les insectes conservés sur les racines, dans des flacons, quitter ces racines et venir se fixer sur les parois. Ce sont surtout les jeunes. Cette particularité est moins nette ici, car les jeunes y sont en nombre beaucoup moindre. Sur une feuille unique, qui présente jusqu'à cent cinquante galles renfermant plus de deux cents œufs chacune, il peut se montrer un nombre plus considérable de jeunes que sur une racine qui ne présente ni un aussi grand nombre d'œufs ni un aussi grand nombre de mères pondeuses.

» Il faut aussi faire entrer en ligne de compte le peu d'attraction que les insectes semblent avoir pour les feuilles mêmes des vignes américaines; dans les flacons, les feuilles qui présentent des galles n'en développent jamais de nouvelles; les jeunes se laissent périr de faim sur les parois du flacon, où ils se rassemblent en grand nombre, sans essayer de se fixer sur les feuilles même jeunes qui sont à leur portée. Sur les racines, quoique certains insectes, les jeunes surtout, s'obstinent à demeurer sur les parois, on en voit d'autres se fixer sur la racine et y prendre leur développement; il y a pour ainsi dire lutte entre deux tendances.

» Au point de vue physiologique, n'est-il pas curieux de constater que des insectes destinés à passer leur existence dans l'obscurité la plus profonde, jusqu'à l'instant où ils acquerront des ailes (et tous ne sont proba-

blement pas destinés à en avoir), soient munis sous la surface du sol, jusqu'à 1 mètre sous terre, d'organes qui leur sont là complétement inutiles?

» Faut-il croire que ces yeux imparfaits, mais sensibles à l'action de la lumière, peuvent leur être parfois de quelque utilité, leur permettre de se diriger vers le jour, en quittant les racines, soit pour gagner les feuilles quand ce sont des vignes américaines, soit pour changer de cep et abandonner celui qui est épuisé? Cela n'a rien d'invraisemblable. L'insecte pénétrerait de nouveau dans le sol qu'il vient de quitter, évitant une aridité qui le ferait périr ou attiré par les racines d'où il tire sa nourriture. Il y aurait ainsi lutte entre deux tendances, comme je l'ai dit plus haut. La progression à la surface du sol a été d'ailleurs directement observée par M. Faucon, et j'ai pu la vérifier partiellement.

» La marche du Phylloxera des racines aux feuilles a été indiquée, mais personne ne l'a, à ma connaissance, directement observée; elle est possible, ou du moins paraît l'être. M. Planchon avait cru pouvoir supposer que les galles provenaient des œufs pondus par les individus ailés. On a vu, dans une précédente Note, qu'il n'en était pas nécessairement ainsi, puisque, malgré une grande quantité d'ailés, il n'y a pas de galles dans les vignobles français, sauf dans une localité unique. D'où proviennent les premiers individus des galles? On ne le sait pas encore. J'ai observé un fait qui m'a permis de constater la marche du Phylloxera sur une vigne de bas en haut, c'est-à-dire dans le sens du passage encore problématique des racines aux feuilles. C'étaient, il est vrai, des jeunes issus des galles; cela ne mérite pas moins d'être mentionné.

» Dans une expérience (citée dans la précédente Note) faite sur un semis d'un cépage américain, le delaware (*Vitis æstivalis*), j'ai obtenu sept galles sur deux feuilles. La feuille où furent déposés soixante-cinq jeunes fut marquée avec un nœud de laine rouge : le pied, portant cinq feuilles (les deux cotylédons étant tombés), ne présenta aucune galle.

» La feuille d'un autre pied, mise dans un tube en contact avec une feuille couverte de galles pleines d'œufs et de jeunes, n'en porta pas non plus; mais la feuille terminale, *du même pied*, très-jeune encore et longue seulement de 6 millimètres, en porta trois bien développées. Il est donc vraisemblable que le Phylloxera est, de la base de ce pied, remonté non-seulement à la feuille jeune et terminale, mais encore à cette autre feuille d'un pied voisin qui porta quatre galles. Ce pied touche au précédent et est au contraire séparé du premier (portant un index de laine rouge) par un quatrième pied, resté sans galles comme lui. Le niveau de la feuille aux

quatre galles est d'ailleurs supérieur de 6 centimètres à celui de la feuille marquée d'un index, et sur laquelle furent déposés soixante-cinq jeunes. Quelle que soit d'ailleurs l'une ou l'autre provenance des insectes qui ont donné les galles, il est évident qu'ils se sont dirigés vers la partie supérieure de la tige. Il y a donc eu passage du Phylloxera de bas en haut; c'est tout ce qu'il s'agissait d'établir *directement*.

» Si l'on examine les rameaux qui, naturellement, présentent des galles, on remarque que les galles, comme les feuilles qui les portent, sont de plus en plus jeunes de la base au sommet. Il est impossible d'admettre que celles qui sont remplies d'œufs ou de jeunes nouvellement éclos, celles qui, plus âgées, ne contiennent plus ni les uns ni les autres, celles qui, plus jeunes de beaucoup, n'en contiennent pas encore, sont de même âge : on trouve en effet certaines feuilles peu développées couvertes d'insectes étroitement appliqués à leur surface, sans que les galles soient encore apparentes. J'ai représenté une feuille dans cet état [*Pl. I.* de mon Mémoire sur le Phylloxera (*Recueil des Savants étrangers de l'Académie*)]. Il faut admettre ainsi, et ce qui vient d'être dit le prouve directement, que, tandis que le plus grand nombre des insectes se laissent tomber sur le sol, quelques-uns d'entre eux remontent vers les feuilles les plus jeunes de l'extrémité de la tige, pour y produire des galles. Ces nouvelles colonies se succèdent ainsi jusqu'à ce que les feuilles nouvelles leur fassent défaut, c'est-à-dire jusqu'au repos de la végétation, période qui a commencé depuis une huitaine de jours à Bordeaux.

» En résumé, de cette Note et de la précédente, on peut conclure que, malgré l'identité bien établie de la forme gallicole et radicicole du *Phylloxera vastatrix*, on n'observe pas en général de galles sur nos cépages; que les galles sont difficiles à obtenir dans des expériences directes; qu'elles sont rares sur les cépages américains, où il est relativement le plus facile de les faire développer. Cela résulte, vraisemblablement, du peu d'attrait que le Phylloxera ressent pour la nourriture que lui offrent les feuilles.

» Telle serait l'explication d'une objection formulée dans la Note précédente sur la rareté des galles.

» Il reste encore, pour compléter la série, à obtenir la production de galles au moyen de l'insecte des racines; quoi qu'il paraisse possible, ce résultat n'a pas encore été obtenu.

» Je suis amené à m'occuper de faits divers qui peuvent paraître les uns (nouveaux) trop théoriques et sans intérêt immédiat, les autres (déjà énoncés) dépourvus d'actualité. Dans une étude générale, j'ai dû, pour les faits

émis sans preuves, les soumettre au contrôle de l'expérience directe, et je signale, quelle que soit leur valeur, les particularités bien constatées que je rencontre dans le cours de cet examen. On verra ultérieurement si elles peuvent être utilisées, soit en elles-mêmes, soit par leurs conséquences. »

ZOOLOGIE. — *Sur la reproduction du Phylloxera du chêne;* par M. **Balbiani**, délégué de l'Académie.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« L'ignorance où nous sommes encore des faits les plus essentiels de l'histoire génésique du *Phylloxera vastatrix* de la vigne, malgré les efforts d'un grand nombre d'observateurs habiles attachés à cette étude, ne prouve que trop les difficultés inhérentes à ces recherches. J'ai pensé qu'on serait peut-être plus heureux en prenant pour sujet d'étude le parasite du chêne (*Phylloxera quercûs*) qui, par son existence exclusivement aérienne, est plus accessible à l'observation. Bien que, malgré les affinités zoologiques étroites qui rapprochent les deux espèces, on ne puisse probablement pas rigoureusement conclure de l'une à l'autre, à cause de leur genre de vie si différent, il n'est pas défendu d'espérer que les résultats acquis chez le parasite du chêne pourront fournir des indications précieuses pour les investigations à faire sur celui de la vigne. C'est dans cet espoir que j'ai tenté d'entreprendre une étude suivie des phénomènes de la reproduction chez le *Phylloxera quercûs*, phénomènes qui, ainsi que tous les naturalistes le savent, ne nous sont guère mieux connus que ceux de son congénère de la vigne. Alors même que ces observations ne devraient avoir que des résultats pratiques nuls, elles n'auront pas été perdues pour la Science, car elles nous font connaître un des faits les plus singuliers que présente l'histoire de la reproduction chez les insectes; mais avant d'exposer les résultats de mes observations personnelles, il ne sera pas inutile, pour l'enchaînement des faits, de rappeler en peu de mots ce que nous savons jusqu'ici sur la reproduction du *Phylloxera quercûs*.

» A une époque généralement assez tardive de la belle saison, on voit apparaître à la surface inférieure des feuilles du chêne les premiers individus de l'espèce sous la forme de petites larves d'un jaune pâle, dont chacune occupe le centre d'une tache jaunâtre produite par la piqûre du parenchyme de la feuille. Ces larves grandissent sans changer de place; puis, après avoir atteint une taille d'environ 1 millimètre, s'entourent successivement d'un nombre assez considérable d'œufs disposés autour d'elles en

cercles concentriques. Le développement de ces œufs commence presque aussitôt après la ponte, et, au bout de quelques jours, on en voit sortir les jeunes individus, lesquels abandonnent successivement la place où ils sont nés pour gagner une partie fraîche et verte de la feuille. Là ils se fixent en enfonçant leur suçoir dans l'épaisseur de celle-ci et y déterminent la formation d'une tache jaunâtre qui grandit avec eux et qu'ils ne quittent plus. De même que leurs premiers parents, ces larves nouvelles se reproduisent par des œufs pondus en rond. Les générations s'ajoutent ainsi aux générations, et bientôt toute la surface inférieure de la feuille se trouve couverte d'une quantité innombrable de petits insectes aptères de toute dimension, qui, suivant leur âge et leur taille, sont entourés au moins d'un cercle d'œufs plus ou moins nombreux.

» Jusque-là, ce sont exclusivement, comme nous venons de le dire, des individus aptères ou larves qui sont produits de la sorte; mais, vers la fin de l'été, du milieu à la fin du mois d'août à Paris, un certain nombre de ces larves se transforment en individus ailés, après avoir passé par l'état de nymphes rougeâtres (1).

» Que deviennent, d'une part, ces insectes ailés et, d'autre part, les larves qui n'ont pas subi la même transformation à l'époque de l'année dont nous parlons? Comment, surtout, s'établit le passage des générations d'une année à celles de l'année suivante? C'est ici que l'incertitude commence et que les divergences se manifestent parmi les observateurs. Il est inutile de m'arrêter ici sur les diverses opinions qui ont été émises sur ces questions, attendu qu'aucune d'elles n'est conforme à la réalité des faits. Au contraire, les résultats que je vais avoir l'honneur d'exposer à l'Académie peuvent être considérés comme leur expression exacte; car ils reposent sur l'observation directe et attentive de l'insecte et de ses transformations. Mais, avant d'aborder les faits nouveaux sur lesquels je désire appeler l'attention de l'Académie, il convient de revenir sur les larves pondeuses de l'été, afin de nous faire une idée plus exacte de leur nature et de leur mode de reproduction.

» Aucun des observateurs qui ont porté leur attention sur ces insectes n'a parlé avec certitude de l'existence de Phylloxeras mâles. Quelques-uns, il est vrai, ont cru pouvoir signaler comme tels les individus ailés qui, à

---

(1) Dans les localités situées plus au nord, par exemple sur le littoral de la Normandie, j'ai vu, cette année même, les premiers individus ailés du *Phylloxera quercûs* n'apparaître que vers le milieu de septembre.

une certaine époque, apparaissent au milieu des individus aptères; mais personne encore, que je sache, ne s'est avancé jusqu'à affirmer avoir constaté des accouplements entre ces prétendus mâles et les larves pondeuses. Pourtant, en présence de l'extrême fécondité de celles-ci et du renouvellement fréquent des jeunes générations de femelles, on aurait dû avoir de nombreuses occasions d'observer des accouplements, si réellement le concours du mâle était nécessaire pour la reproduction des femelles. Ajoutons qu'une observation déjà ancienne du professeur Leuckart ne peut laisser aucun doute sur l'état virginal de ces dernières : en examinant leur appareil reproducteur, jamais M. Leuckart n'a pu y découvrir la moindre trace de spermatozoïdes (*Archiv für Naturgeschichte*, t. XXV, 1859, p. 208).

» Je suis arrivé de mon côté, par l'étude anatomique de l'appareil génital de ces mêmes femelles, à une conclusion parfaitement identique à celle du célèbre naturaliste de Leipzig, ainsi que cela résulte des observations suivantes.

» Vers la terminaison du canal évacuateur des œufs on trouve, sur le trajet de celui-ci, trois poches ou réservoirs en communication libre avec ce conduit : deux de ces poches sont symétriquement disposées de chaque côté du corps, tandis que la troisième est impaire et médiane; les deux poches latérales renferment, chez les femelles adultes, une masse d'une matière homogène, assez réfringente, et communiquant antérieurement, par une portion rétrécie, avec un organe glandulaire dans lequel s'élabore la matière précédente.

» Il est impossible de méconnaître dans ces parties les analogues des organes appendiculaires de l'appareil femelle des autres insectes qui ont reçu le nom de glandes sébifiques ou collétériques, et dont la fonction est de produire la substance agglutinative qui réunit les œufs au moment de la ponte.

» Quant à la troisième poche des femelles du Phylloxera, on en trouve également le représentant chez les autres insectes : sa position impaire et médiane, son insertion à la portion vaginale du canal vecteur des œufs, et, jusqu'à un certain point aussi, son mode de conformation, tout démontre son analogie avec l'organe connu sous le nom de *poche copulatrice* et qui a pour usage de recevoir la liqueur fécondante du mâle pendant l'accouplement; mais, tandis que chez les autres femelles d'insectes le réservoir en question se montre constamment rempli de nombreux filaments spermatiques, à l'époque de la ponte, chez celles du Phylloxera au contraire on le trouve toujours vide ou ne contenant du moins qu'un liquide clair et aqueux. Pour

toutes ces raisons, nous conclurons donc que les générations aptères du Phylloxera, qui s'engendrent mutuellement pendant l'été, sont fécondes sans le concours du mâle, et que, dès lors, leur mode de reproduction rentre complétement dans la catégorie des phénomènes qui ont reçu de nos jours le nom de *parthénogénèse* (1).

» Mais ce mode de multiplication est-il le seul que l'on observe chez ces parasites et n'y a-t-il pas chez eux, comme chez les pucerons, leurs proches parents, des circonstances où apparaissent des individus sexués, mâles et femelles, et qui les font rentrer ainsi dans la règle ordinaire de la reproduction des autres animaux ?

» Cette question nous ramène aux larves de la deuxième génération dont nous avons parlé plus haut, en disant que les unes se transformaient en insectes ailés et parfaits, tandis que les autres persistaient sous cette forme sans subir de modification ultérieure ; nous devons envisager isolément chacune de ces deux catégories d'individus.

» Pour ce qui regarde d'abord ceux destinés à devenir des insectes ailés, nous ne constatons extérieurement rien qui les différencie des générations aptères antérieures ; mais l'examen anatomique révèle une particularité de leur organisation interne dont l'attention est immédiatement frappée, c'est le peu de développement qu'a acquis chez ces individus l'appareil reproducteur. En effet, tandis que, chez les larves pondeuses, on trouve toujours, dans l'intérieur de cet appareil, un nombre variable d'œufs plus ou moins rapprochés du terme de leur maturation, cet appareil, chez les individus dont nous nous occupons, ne contient que des ovules fort peu développés et qui, parfois même, commencent à peine à se différencier des autres éléments renfermés dans les chambres germinatives de l'ovaire. On doit donc en inférer que ces individus ne pondent pas à l'état de larve, comme faisaient leurs devanciers, ou même à celui de nymphe ; car c'est seulement vers la fin de l'intervalle qui sépare ce dernier état de celui d'insecte parfait que les œufs achèvent d'acquérir chez eux toute leur maturité.

---

(1) Telle est également la conclusion à laquelle je suis arrivé par mes recherches anatomiques sur le *Phylloxera vastatrix*. L'appareil reproducteur de cette espèce, soit chez les individus des galles, soit chez ceux des racines, offre une disposition presque identique à celle décrite ci-dessus chez le *Phylloxera quercûs*. Les organes appendiculaires s'y composent de même d'une paire de glandes sébifiques conformées comme chez cette dernière espèce, et d'une poche impaire et médiane, qui ne renferme non plus jamais de spermatozoïdes chez les femelles en pleine voie de reproduction.

» Un autre fait sur lequel il n'est guère possible non plus de conserver de doutes, c'est que, une fois leur transformation opérée, les Phylloxeras ailés ne séjournent généralement à la surface des feuilles que le temps nécessaire à la consolidation de leurs téguments et de leurs ailes encore molles et humides de la dernière mue; en tous cas, sauf de rares exceptions, ils n'y déposent pas leurs œufs. La durée de leur séjour sur les feuilles paraît, du reste, dépendre beaucoup de l'état de l'atmosphère. Par un temps calme, ils la prolongent beaucoup plus que lorsque l'air est agité, ce qui semble confirmer la remarque souvent faite pour un grand nombre d'insectes, et notamment par Morren chez les pucerons, que ces animaux profitent du vent pour franchir des distances plus ou moins considérables. Mais où les Phylloxeras ailés vont-ils déposer leurs œufs ? J'avoue n'avoir pu obtenir de réponse satisfaisante à cette question; toutefois il est probable qu'ils se comportent à cet égard comme les individus aptères dont nous parlerons dans une autre Note et qu'ils vont chercher, comme ceux-ci, les parties abritées des branches et des rameaux pour y cacher leur progéniture.

» Je réserve également pour une prochaine Communication l'examen d'une question plus importante, savoir celle de la nature des individus auxquels les Phylloxeras ailés donnent naissance. Cette question offre surtout un haut intérêt par rapport au *Phylloxera vastatrix*, à raison du rôle attribué par les viticulteurs à la forme ailée, chez cette espèce, dans la propagation de la maladie de la vigne. La ressemblance existant dans les caractères morphologiques entre les individus ailés du Phylloxera du chêne et de celui de la vigne, leur apparition à des époques identiques de l'année, tout démontre en effet qu'ils représentent des phases correspondantes semblables dans la série des transformations des deux espèces. »

M. C. **Daulé** adresse une Note relative à l'influence salutaire de la lie de vin sur les vignes malades.

M. A. **Dei** adresse une Note relative à l'emploi des trous de sonde, déjà proposé par lui en 1871, pour introduire jusqu'aux racines de la vigne les substances insecticides.

Ces deux Communications sont renvoyées à la Commission du Phylloxera.

M. **Boucher** adresse une Note relative à la fécondation du chanvre.

(Renvoi à la Section de Botanique.)

M. **Héna** adresse des recherches « sur les silex de la Bretagne, et sur le prétendu tufau vert de la Lanvollon ».

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. A. **Beauvais** adresse de nouveaux documents sur son système pour atténuer le danger des rencontres entre les trains de chemin de fer.

(Renvoi à la Commission nommée.)

M. J. **Wallace** adresse, de Londres, une Note sur la cause et le traitement du choléra.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

M. **Déclat** demande l'ouverture de deux plis cachetés, déposés par lui et relatifs à ses recherches sur les moyens de guérir les *maladies à ferments*, et spécialement le choléra.

Ces deux plis, déposés le 31 mai 1869 et le 29 août 1870, sont ouverts en séance par M. le Secrétaire perpétuel. Les Notes qu'ils contiennent seront renvoyées à la Commission nommée pour un Mémoire récent de M. Déclat, Commission qui se compose de MM. Andral, Larrey, Bouley, Bouillaud.

M. **Brachet** adresse une nouvelle Note sur les perfectionnements à apporter au microscope.

(Renvoi à la Commission du prix Trémont.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un discours prononcé à la Société américaine pour l'avancement des Sciences par M. *L. Smith*, sur les méthodes modernes des sciences;

2° Une Biographie de Sir Benjamin Thompson, comte de Rumford, par M. *G.-E. Ellis*.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Note sur un nouveau mode de trempe de l'acier. Régénération du fer brûlé.* Note de M. H. CARON.

« *Trempe de l'acier.* — Une pièce d'acier est généralement trempée, puis recuite plus ou moins, suivant la dureté et l'élasticité qu'on désire lui donner. La trempe *sèche*, comme on la pratique ordinairement, c'est-à-dire la trempe du métal rouge dans l'eau froide, a l'inconvénient grave de développer fréquemment des fentes et des criques nuisibles à la résistance de la matière. Le recuit donné ensuite ne peut faire disparaître ces défauts; plus tard, à l'usage, ces fissures, invisibles d'abord, augmentent peu à peu et finissent par amener une rupture préjudiciable. Il a déjà été reconnu que, pour obvier en partie à un tel danger, il est préférable de tremper l'acier un peu moins dur, sauf ensuite à recuire plus faiblement. Ainsi un ressort porté au rouge, trempé dans l'eau froide et recuit à l'huile flambante, possède la même élasticité qu'un ressort semblable trempé à l'huile froide (trempe plus faible que la première) et recuit à l'huile fumante (recuit plus faible que le précédent); seulement la dernière méthode est plus avantageuse, en ce sens qu'on a moins à craindre les criques provoquées par un refroidissement trop rapide du métal. Voulant aller plus loin, je me suis demandé s'il est vraiment nécessaire de commencer par durcir l'acier outre mesure, pour revenir ensuite en arrière et l'adoucir au moyen d'une deuxième opération. En conséquence, j'ai cherché une trempe dont la douceur écartât, autant que possible, les chances de criques et produisît toutefois sur l'acier, *en une seule opération,* les effets de la trempe et du recuit combinés.

» J'y suis arrivé très-simplement en échauffant l'eau dans laquelle le métal porté au rouge est immergé; une température de 55 degrés environ m'a suffi pour donner aux ressorts mentionnés plus haut (ressorts de fusils à aiguille) l'élasticité et la résistance correspondant à la meilleure trempe suivie du recuit approprié.

» Nécessairement la température de l'eau varie avec les dimensions de la pièce et l'usage auquel elle est destinée. Le degré de chaleur du bain est facile à déterminer par des tâtonnements préalables.

» La trempe à l'eau chaude, et mieux bouillante, modifie singulièrement l'acier doux contenant de 2 à 4 millièmes de carbone; elle augmente sa ténacité et son élasticité sans en altérer sensiblement la douceur; le grain change de nature et souvent la cassure devient nerveuse, de grenue ou cristalline qu'elle était auparavant.

» *Régénération du fer brûlé.* — Dans une Communication insérée aux *Comptes rendus,* séance du 4 mars 1872, j'ai démontré que la texture cristalline, présentée par la cassure de certaines pièces de fer, n'était due ni à l'action du froid, ni à celle de vibrations prolongées, mais qu'elle préexistait dans le métal avant sa mise en service. D'après mes expériences, cette conformation particulière résulterait d'un forgeage incomplet, laissant encore le métal *brûlé,* c'est-à-dire cristallin et cassant. J'annonçais, en outre, qu'il était possible de rendre au fer ainsi détérioré la texture nerveuse ou la ténacité qu'il aurait eue si les opérations du forgeage avaient été bien conduites, et cela sans avoir recours, comme on le fait quelquefois, à un nouveau martelage, qui entraîne une perte de temps, de métal, et souvent le rebut de la pièce elle-même.

» Le moyen que j'emploie pour régénérer le fer brûlé est également une trempe du métal rouge dans un liquide chaud. Je me bornerai à citer ici une seule expérience, qui suffira, je pense, pour permettre d'apprécier et de vérifier au besoin les effets que je viens d'annoncer.

» Une barre de fer rond du Berri, de 3 centimètres de diamètre, facile à replier à froid sur elle-même sans cassure, fente ou gerçure, a été *brûlée,* c'est-à-dire chauffée de telle façon que, prise dans un étau, elle a pu être rompue à froid *sans plier sensiblement.* La cassure était parsemée de facettes brillantes de plusieurs millimètres carrés.

» D'un autre côté, une solution bouillante, saturée de sel marin ordinaire, avait été préparée; un morceau de la barre de fer brûlée, chauffé au rouge vif, a été plongé dans ce liquide pendant le temps nécessaire pour ramener le métal à la température du bain (110 degrés environ). Il se produit alors un phénomène assez curieux : aussitôt plongé dans la solution saline, le métal rouge se couvre d'une couche de sel blanc, qui l'isole du liquide et contribue assurément à ralentir le refroidissement. Le morceau de fer ainsi trempé a pu être replié sur lui-même à froid, comme l'avait été la barre avant d'être brûlée (1).

» Ainsi la trempe à l'eau bouillante, saturée de sel, permet de régénérer le *fer brûlé.* Il est donc acquis désormais qu'il y aura toujours intérêt à faire subir cette opération aux pièces de forge terminées; bien travaillées, la trempe ne leur causera aucun dommage; si, au contraire, elles ont subi des chaudes trop fortes ou trop longtemps prolongées, elle leur donnera

---

(1) L'eau pure, à l'ébullition, peut aussi être employée, mais ses effets sont moins accentués.

les qualités qu'un bon forgeage eût fait ressortir. Il en sera de même pour l'acier.

» Il est certain qu'il existe d'autres liquides et d'autres solutions qui donneraient les mêmes résultats, en les employant comme la solution saline; j'ai cité seulement celle-ci parce qu'elle me paraît la plus économique et en même temps la plus facile à se procurer. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Note sur l'emploi du bisulfate de potasse comme agent révélateur de la galène dans tous ses mélanges;* par M. **E. Jannettaz.**

« J'examinais, il y a quelques jours, un échantillon de tellure, portant du moins cette détermination dans la collection d'Haüy. Les clivages cubiques de ce morceau et sa couleur noire m'y faisaient soupçonner la présence de l'argent, peut-être aussi du plomb. J'obtins sur le charbon l'enduit caractéristique de ce dernier métal. L'acide sulfurique prit, de son côté, lorsque j'y mêlai un peu de la matière finement pulvérisée, la couleur rouge qui décèle le tellure. Après m'être assuré que l'argent s'y trouvait en grande quantité, je voulus y rechercher le sélénium. A peine eus-je mêlé au minerai pulvérisé un peu de bisulfate de potasse, que, immédiatement, je sentis qu'il s'en dégageait de l'hydrogène sulfuré. Je me transportai au laboratoire de Chimie, dont M. Fremy m'a donné le libre accès, et là je fis, avec M. Terreil, une série de recherches, dont voici les premiers résultats.

» Il suffit de jeter, sur de la galène grossièrement broyée, un fragment, un cristal de bisulfate de potasse $\left.\begin{matrix}KO\\HO\end{matrix}\right\} 2SO^3$, pour qu'aussitôt l'on obtienne un dégagement très-sensible d'hydrogène sulfuré. Si l'on broie les deux matières ensemble, l'odeur devient presque insupportable. Le bisulfate de potasse maintenu en fusion pendant une demi-heure produit encore le même effet, peut-être avec un peu moins d'intensité. On sait que l'acide sulfurique mêlé, ou même chauffé avec de la galène, ne donne pas lieu à un dégagement sensible d'hydrogène sulfuré.

» Une lame transparente de blende, d'un jaune clair, broyée de même avec du bisulfate de potasse, a exhalé une odeur assez manifeste, mais peu intense, qui tenait aussi au dégagement du gaz sulfhydrique. Avec les sulfures d'antimoine, de fer, de mercure, d'argent, je n'ai rien obtenu de semblable, c'est-à-dire aucune odeur sensible.

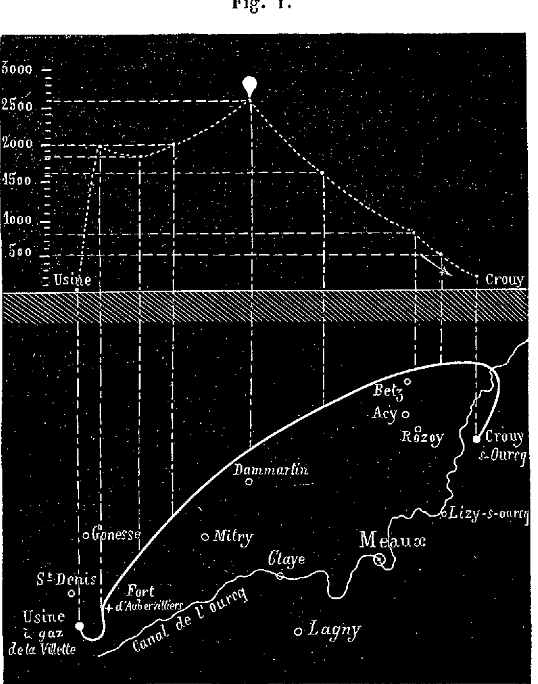
» La boulangérite, la zinkénite, la bournonite et, d'une manière générale, les sulfures dans lesquels le plomb et le soufre ne forment pas une

combinaison isolée, ne cèdent pas non plus leur soufre au bisulfate de potasse; mais que dans un mélange quelconque on jette un fragment de sulfure de plomb libre, aussitôt qu'on le broie avec du bisulfate de potasse, on obtient le dégagement de l'acide sulfhydrique. Je ne crois pas que l'on ait observé ni signalé jusqu'ici cette curieuse réaction. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Observations météorologiques en ballon;* par M. G. TISSANDIER.

« La particularité la plus remarquable de l'ascension que nous avons exécutée le 4 de ce mois est la route suivie par l'aérostat, sous l'influence

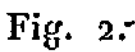
Fig. 1.

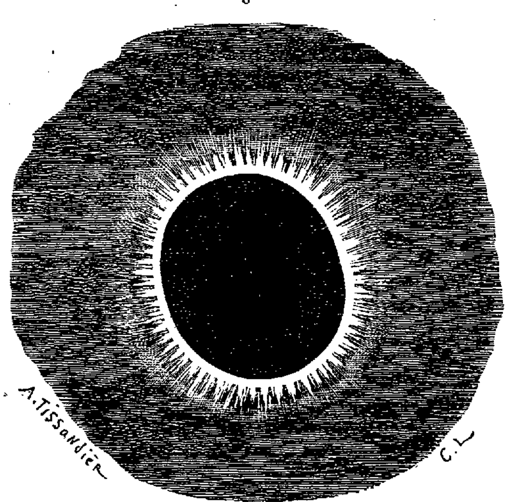


Ascension du 4 octobre 1873.

de deux courants aériens superposés. Au moment où nous nous sommes élevés de l'usine à gaz de la Villette, à midi 3 minutes, le courant inférieur nous a lancés dans la direction est-sud-est, tandis que, vers l'altitude de 700 mètres, le courant supérieur sud-ouest nous a dirigés vers le nord-est. On nous a vus décrire dans l'espace une courbe très-prononcée, comme l'indique le tracé de notre voyage (*fig.* 1.)

» Cette particularité se présente assez fréquemment au navigateur aérien; il ne nous semble pas nécessaire d'insister sur l'importance considérable qu'elle offre au point de vue de la navigation aérienne, puisqu'elle permet à l'aéronaute de choisir à son gré deux directions différentes. On se rappelle peut-être que des circonstances analogues nous ont sauvés d'un naufrage imminent en 1868, lors de notre ascension de Calais, où, entraînés jusqu'à 7 lieues au large au-dessus de la mer du Nord, il nous a été possible de revenir à terre, en rebroussant chemin, sous l'influence d'un courant de surface, complétement opposé au courant supérieur. L'étude des couches d'air atmosphérique superposées ne présente pas moins d'intérêt, au point de vue météorologique; elle ne peut être bien exécutée qu'à l'aide de l'aérostat. En effet, dans les ascensions, l'aéronaute mesure avec exactitude la vitesse des courants supérieurs, dont l'existence peut échapper aux


Fig. 2.



Ombre du ballon entourée d'une auréole.

observateurs terrestres. Connaissant la durée de notre voyage et la longueur du chemin parcouru, nous avons constaté que le courant supérieur dans lequel nous étions plongés avait une vitesse de 35 kilomètres à l'heure. La vitesse du courant inférieur n'était que de 6 à 7 kilomètres à l'heure, ainsi que M. Paul Henry, qui nous accompagnait, a pu le constater très-exactement, en observant la différence des temps du passage des bords du ballon sur une ligne terrestre. Nous avons ainsi observé l'existence d'un courant atmosphérique, entraîné par un mouvement relativement considérable, au-dessus de la couche d'air terrestre d'une si faible vitesse.

» A la hauteur maximum de l'ascension, c'est-à-dire à 2600 mètres, l'aérostat s'est trouvé plongé dans un banc de cumulus très-espacés. Ces nuages étaient dominés par une couche épaisse de cumulo-nimbus dont nous avons évalué l'altitude à 3600 mètres environ. Quelques éclaircies s'ouvraient çà et là dans ce massif de vapeurs et nous laissaient entrevoir le bleu du ciel. A ce moment M. Paul Henry a constaté que la polarisation de l'atmosphère était beaucoup plus faible qu'à la surface du sol.

» Pendant une partie de la durée du voyage, on a relevé, à l'aide d'un psychromètre, l'état hygrométrique de l'air et les températures. Le tableau suivant donne les résultats de ces observations :

HEURES.	THERMOMÈTRE sec.	THERMOMÈTRE mouillé.	DIFFÉRENCE.	TENSION de la vapeur.	ÉTAT hygrométrique.	HAUTEUR du ballon.	OBSERVATIONS.
h m 12. 3	o	o	o			m	Départ.
12.35	19,6	14,9	4,7	9,7	57	2010	
12.47	18,6	13,4	5,2	8,3	52	1920	
12.53	19,0	12,9	6,1	7,5	46	2000	
12.57	19,5	12,8	6,7	7,1	41	2110	
1. 3	18,0	12,4	5,6	7,3	48	2600	Bancs de cumulus à la hauteur du ballon.
1.10	18,3	13,2	5,1	8,1	53	1590	
1.33	22,8	17,6	5,2	11,7	57	780	Le ballon passe au-dessus d'un bois.
1.42	25,6	20,8	4,8	15,3	63	520	
2.15							Descente.

» Nous n'avons pas cessé d'apercevoir l'ombre du ballon sur la terre. A $1^h 35^m$, à l'altitude de 700 mètres, cette ombre, projetée sur une prairie, est apparue entourée d'une auréole très-lumineuse et de couleur jaune. Le dessin ci-joint (*fig.* 2), fait d'après nature par M. A. Tissandier, représente très-nettement ce phénomène.

» La descente s'est effectuée, dans d'excellentes conditions, à Crouy-sur-Ourcq; en nous rapprochant de terre, nous avons été repris par le courant inférieur qui nous a ramenés sur notre route, comme au moment du départ. Si le vent n'avait pas été aussi faible, il nous aurait été possible, en y restant plongés, de nous rapprocher sensiblement de notre point de départ. »

MÉDECINE. — *Nouvelles remarques relatives au goître épidémique de la caserne de Saint-Étienne;* par M. **Bergeret**.

« Dans la séance du 29 septembre (*Comptes rendus*, p. 733 de ce volume), M. le baron Larrey m'a fait l'honneur d'une critique relativement à ma Lettre à M. Boussingault, sur le goître épidémique de la caserne de Saint-Étienne. M. Larrey admet l'influence des eaux plâtreuses sur la production du goître ordinaire; mais il ne croit pas à l'action des sulfates produits en excès par la désassimilation histologique sur le goître épidémique des casernes; pour lui, la cravate est la cause unique de cette affection.

» Je suis loin de vouloir innocenter la cravate de laine qui, pendant l'été, maintient constamment le cou des soldats macéré dans la sueur; la fluxion permanente qui en résulte peut certainement favoriser l'engorgement de la glande thyréoïde (1). Je dirai même, pour appuyer la manière de voir de M. Larrey, que, dans l'épidémie actuelle de Saint-Étienne, le mal a presque toujours débuté par la corne droite de la glande, ce qui, bien certainement, permet de croire à une certaine influence mécanique; mais la cravate est-elle seule coupable? Je ne le pense pas, car le goître est accompagné de certaines autres affections qu'on ne peut pas lui imputer. En effet, les états pathologiques sont les mêmes chez les individus qui boivent de l'eau fortement gypseuse et chez ceux qui ont dans le sang des sulfates en excès, de source organique; il n'y a qu'une différence d'intensité.

Qu'observe-t-on chez les individus qui boivent de l'eau fortement plâtreuse? 1° Une anémie plus ou moins accusée; 2° un papillôme plus ou moins confluent et souvent ulcéré du palais, des amygdales et du pharynx; 3° une desquamation épithéliale plus ou moins considérable des reins et de la vessie; 4° souvent le goître; 5° enfin quelquefois l'albuminurie (2).

» Qu'a-t-on observé chez les goîtreux de la caserne? 1° Un teint terreux, une décoloration des tissus, de l'œdème des paupières, des palpitations de

(1) M. Larrey propose de nommer cette affection *thyréoïdite*. Cette dénomination implique l'idée d'une inflammation; cependant le mal est apyrétique; en dehors de la tuméfaction, il n'y a aucun symptôme inflammatoire, et jamais la glande ne suppure.

(2) J'ai déjà signalé ces faits dans mon ouvrage intitulé : *De l'urine. Chimie physiologique, ou indications nosologiques, pathologiques et thérapeutiques fournies par les urines*. Paris, 1868; Germer-Baillière; article *Sulfates*, p. 90, et article *Albumine*, p. 229.

cœur, etc., en un mot, une anémie profonde; 2° un papillôme général, peu prononcé, quelquefois ulcéreux (on pourrait croire que le traitement ioduré a eu une part d'action dans cet état morbide; il n'en est rien, puisque le papillôme s'observe dès le début du goître); 3° une très-légère desquamation des reins et de la vessie; 4° il y a eu un albuminurique; 5° chez tous, un excès considérable de sulfates dans l'urine; 6° le goître a pris d'abord les plus faibles et a atteint ensuite les forts, au fur et à mesure qu'ils sont devenus anémiques.

» Ainsi la thyréoïdite aiguë de la caserne de Saint-Étienne a présenté les mêmes accidents pathologiques que ceux que j'ai signalés, en 1868, chez les individus qui boivent de l'eau fortement plâtreuse; cependant ces accidents sont moins accusés chez les premiers que chez les seconds.

» Il faut savoir qu'à Saint-Étienne la bucco-pharyngite granuleuse et la desquamation épithéliale de l'appareil urinaire sont très-rares; je n'en ai observé, depuis près de quatre ans, que quelques cas dans mon service de l'Hôtel-Dieu; cependant j'examine souvent la gorge, et toujours l'urine des malades de mes salles. Je pense donc que, chez les soldats goîtreux, si l'on ne doit pas rattacher ces états morbides à l'excès des sulfates de la désassimilation organique, on ne peut négliger de constater cette singulière coïncidence.

» Comme les causes de la thyréoïdite aiguë sont probablement multiples, il est de mon devoir de signaler ici un fait qui peut avoir son importance étiologique. Je dirai encore que le régiment goîtreux a été fortement éprouvé par la syphilis, ou du moins par les maladies vénériennes. Je ne veux pas donner ici le chiffre des soldats qui en ont été atteints (1). Les soldats vénériens, surtout les blennorrhagiques, sont, à la caserne et à l'Hôtel-Dieu, soumis à un régime débilitant. N'y a-t-il pas eu dans ce régime une cause prédisposant à l'engorgement thyréoïdien? On pourrait facilement rechercher dans quelle proportion les vénériens ont été ou sont encore goîtreux. »

M. **Rochon** adresse les observations de six cas de guérison de rétrécisse-

(1) Dans un Rapport sur le service syphilitique de l'Hôtel-Dieu, fait à l'Administration des hôpitaux, et ensuite dans une Lettre sur le même sujet, j'ai consigné les chiffres fournis par le registre des vénériens de la caserne. Pendant la guerre, j'ai fait, pendant quelques mois, le service médical de la caserne, et, à un moment donné, plus de la moitié de l'effectif était atteint de maladies vénériennes.

ments multiples de l'urèthre, par la méthode de stricturotomie, dite immédiate.

M. H. **Valérius** informe l'Académie qu'il a traité, dès 1864, et publié dans le tome XVII des *Mémoires de l'Académie royale de Bruxelles,* la question, étudiée par M. *Mercadier* (*Comptes rendus,* p. 639 et 671 de ce volume), du mouvement d'un fil élastique dont une extrémité est animée d'un mouvement vibratoire.

M. le baron **Larrey** présente à l'Académie, de la part de M. le D[r] Thomas Evans, président du Comité sanitaire des États-Unis, un volumineux livre en anglais, intitulé *Histoire de l'ambulance américaine établie à Paris durant le siége de* 1870-1871, et il en donne un exposé sommaire.

« L'organisation de l'ambulance américaine, dit M. Larrey, se rapporte aux premiers temps du siége et nous a offert, pendant toute sa durée, l'un des modèles les mieux réussis de l'assistance aux blessés. Cette ambulance, située avenue de l'Impératrice, se composait d'une série de pavillons sous tentes, parfaitement établis, séparés les uns des autres, couverts d'une double toile et chauffés par un tuyau de vapeur en dessous du sol, avantage inappréciable lorsque l'intensité du froid exerçait autre part sa funeste influence. J'ai eu souvent occasion, alors, d'apprécier les heureux effets de ce nouveau système, au point de vue des grandes opérations chirurgicales, telles surtout que les résections articulaires et les amputations des membres.

» Le livre que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie expose longuement, à ce sujet, toutes les questions relatives non-seulement à cette ambulance en particulier, mais encore à l'établissement des hôpitaux en général et à l'organisation des tentes et des tentes-baraques. Ces deux chapitres seuls forment plus d'un tiers du volume et offrent un certain nombre de planches comme spécimens des divers genres de construction successivement proposés ou adoptés dans ces derniers temps.

» Une étude sur les hôpitaux militaires en France, en Amérique et ailleurs, soit en temps de paix, soit en temps de guerre, mérite d'être signalée plus spécialement à l'attention.

» Le résumé des blessures observées à l'ambulance américaine et les résultats des grandes opérations complètent cet ouvrage, en faisant voir l'emploi d'un moyen usité aux États-Unis, un simple miroir, pour refléter sur la même planche l'image d'une double plaie ou d'une double cicatrice.

» Je bornerai là l'indication de cet ouvrage remarquable, dont l'analyse se prêterait à beaucoup de développements et dont la lecture intéressera surtout les chirurgiens d'armée. »

La séance est levée à 4 heures et demie. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 6 octobre 1873, les ouvrages dont les titres suivent :

1870-1871. *Tableaux statistiques des pertes des armées allemandes d'après les documents allemands; par* M. D.-H. LECLERC. Paris, Dumaine, Berger-Levrault, P. Dupont, Dosse, 1873; 2 vol. in-folio oblong. (Renvoi à la Commission du prix de Statistique.)

Annales des Ponts et Chaussées. Mémoires et documents relatifs à l'art des constructions et au service de l'ingénieur, etc.; mai 1873. Paris, Dunod, 1873; in-8°.

Fragments zoologiques; n° III : *Un crinoïde tertiaire dans la Gironde;* n° IV : *Note sur un Spatangue du miocène supérieur de Saucats, etc.; par* M. Ch. DES MOULINS. Bordeaux, Coderc et Degréteau, 1872; br. in-8°.

Notes chimiques et chimico-physiques; par M. MELSENS. Bruxelles, imp. Hayez; br. in-8°. (Extrait du tome XXIII des *Mémoires couronnés et autres Mémoires publiés par l'Académie royale de Belgique.*)

Matériaux pour la carte géologique de la Suisse; XIIe livraison : *Alpes de Fribourg en général et Monsalvens en particulier; par* V. GILLIÉRON. Berne, J. Dalp, 1873; in-4°.

Bulletin de la Société impériale des Naturalistes de Moscou, publié sous la rédaction du Dr RENARD; année 1872, n°s 3 et 4. Moscou, 1872-1873; 2 vol. in-8°.

Note di Galileo Galilei ad un' opera di Giovanni-Battista Morin, *pubblicate da* B. BONCOMPAGNI. Roma, tip. delle Scienze matematiche e fisiche, 1873; in-4°.

Dieci Lettere inedite di Giuseppe-Luigi Lagrange, *pubblicate dall' ing^re Giam-*

Battista BIADEGO. Roma, tip. delle Scienze matematiche e fisiche, 1873; in-4°.

Appunti storici intorno alle ricerche sui piccoli e spontanei moti dei pendoli fatte dal secolo XVII *in poi del* P.-D.-Timoteo BERTELLI, barnabita. Roma, tip. delle Scienze matematiche e fisiche, 1873; in-4°.

(Ces trois derniers ouvrages, présentés par M. Chasles, sont extraits du *Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche.*)

Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche, pubblicato da B. BONCOMPAGNI; t. V, dicembre 1872; *Indici degli articoli e dei nomi;* t. VI, gennaio-febbraio 1873. Roma, tip. delle Scienze matematiche e fisiche; 4 n^{os} in-4°. (Présenté par M. Chasles.)

Cholera: Its cause and cure; par J. WALLACE. Belfast, J. Magill, 1866; br. in-8°.

The pharmaceutical Journal and transactions; june 1873. London, Churchill, 1873; in-8°.

Astronomical observations and researches made at Dunsink the Observatory of Trinity College, Dublin; second part. Dublin, Hodges, Foster, 1873; in-4°.

The medical and surgical history of the war of the rebellion (1861-1865) *prepared, in accordance with acts of Congress, under the direction of surgeon general* Joseph-K. BARNES, *United-States army.* Washington, Government printing Office, 1870; 2 vol. in-4°, reliés.

Smithsonian contributions to knowledge; vol. XVIII. City of Washington, Smithsonian Institution, 1873; in-4°.

Abhandlungen, herausgegeben von der Senckenbergischen naturforschenden Gesellschaft; achten Bandes, drittes und viertes Heft. Frankfurt, Christian Winter, 1872; in-4°.

Abhandlungen der Königlischen Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen; siebzehnter Band vom Jahre 1872. Göttingen, 1872; in-4°.

Die Expedition zur physikalisch-chemischen und biologischen Untersuchung der Ostsee im Sommer 1871 *auf S. M. Avisodampfer Pommerania, etc.* Berlin, Wiegandt und Hempel, 1873; in-4°.

Vierteljahrshefte zur Statistik des deutschen Reichs für das Jahr 1873; erstes Heft I, *herausgegeben vom kaiserlichen statistischen Amt;* Band II, *Heft I der Statistik des deutschen Reichs.* Berlin, 1873; in-4°.

Statistik des deutschen Reichs, herausgegeben vom kaiserlichen statistischen Amt; Band I. Berlin, 1873; in-4°.

Bericht über die senckenbergische naturforschende Gesellschaft; 1871-1872. Frankfurt, 1872; in-8°.

Schweizerische meteorologische Beobachtungen; Mai, Juni, Juli 1872. Sans lieu ni date; 3 n^{os} in-4°.

Untersuchungen zur naturlehre des Menschen und der Thiere, herausgegeben von J. MOLESCHOTT; XI Band, zweites und drittes Heft. Giessen, 1873; in-8°.

Exposicion nacional del 20 de julio de 1871. Informe de los exploradores del territorio de San-Martin. Bogota, M. Rivas, 1871; in-8°.

Exposicion nacional del 20 de julio de 1871. Ensayo descriptivo de las palmas de San-Martin i Casanare; por Jenaro BALDERRAMA. *Catalogo de las colecciones mineralogica i jeologica de Liborio Zerda.* Bogota, M. Rivas, 1871; in-8°.

Exposicion nacional del 20 de julio de 1871. Catalogo del Estado S. de Antioquia. Bogota, M. Rivas, 1871; in-8°.

Jornal de Sciencias mathematicas, physicas e naturaes, publicado sob os auspicios da Academia real das Sciencias de Lisboa; n. XV, julho de 1873. Lisboa, 1873; in-8°.

Ministère des Finances, section III. Tableau général du commerce de la Grèce avec les nations étrangères pendant les années 1867 *et* 1868. Athènes, 1873; in-4°, en langue grecque et française.

Ministère des Finances, section III. Tableau général du commerce de la Grèce avec les nations étrangères pendant les années 1869, 1870 *et* 1871. Athènes, 1873; in-4°, en langue grecque et française.

L'Académie a reçu, dans la séance du 13 octobre 1873, les ouvrages dont les titres suivent :

Connaissance des Temps ou des mouvements célestes pour l'an 1875, publiée par le Bureau des Longitudes. Paris, Gauthier-Villars, 1873; in-8°.

Ostéologie du Sphargis Luth (Sphargis coriacea); *par* M. P. GERVAIS. Sans lieu ni date; br. in-4°, avec planches.

Mammifères dont les ossements accompagnent les dépôts de chaux phosphatée des départements de Tarn-et-Garonne et du Lot; par M. P. GERVAIS; second Mémoire. Paris, 1873; br. in-8°, avec planches. (Extrait du *Journal de Zoologie.*)

Rapport sur les découvertes faites dans la grotte de Loubeau, près Melle, par la Société des fouilles de cette ville; par M. P. GERVAIS. Paris, Imprimerie nationale, 1873; br. in-8°.

Des monstres polygnathes et hétérognathes; par M. P. GERVAIS. Paris, 1873; br. in-8°, avec planches. (Extrait du *Journal de Zoologie.*)

Mémoire sur les formes cérébrales propres à différents groupes de Mammifères; par M. P. GERVAIS. Paris, 1873; br. in-8°, avec planches. (Extrait du *Journal de Zoologie.*)

Sur le Tapir de Baird; par M. P. GERVAIS. Paris, sans date; br. in-8°. (Extrait du *Journal de Zoologie.*)

Débris humains recueillis dans la Confédération Argentine, avec des ossements d'animaux appartenant à des espèces perdues; par M. P. GERVAIS. Paris, sans date; br. in-8°. (Extrait du *Journal de Zoologie.*)

Fouilles exécutées par M. Ed. Piette dans la grotte de Gourdan, près Montrejeau (Haute-Garonne); par M. P. GERVAIS. Paris, 1873; br. in-8°. (Extrait du *Journal de Zoologie.*)

Hybridation des Axolotls par les Tritons; par M. P. GERVAIS. Paris, 1873; br. in-8°. (Extrait du *Journal de Zoologie.*)

Fabrication des étoffes. Traité du travail des laines peignées, etc.; par M[el] ALCAN. Paris, J. Baudry, 1873; 1 vol. in-8°, avec atlas in-4°. (Présenté par M. le général Morin.)

Les climats de montagnes considérés au point de vue médical; par le D[r] H.-C. LOMBARD; 3[e] édition. Genève, Cherbuliez, 1873; 1 vol. in-18. (Adressé par l'auteur au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1874.)

Étude botanique sur la Kabylie du Jurjura, avec Catalogue; par A. LETOURNEUR. Paris, Imprimerie nationale, 1871; in-8°.

Considérations générales sur l'électricité; par M. DUMAS, capitaine d'État-Major. Paris, Dumaine, 1873; br. in-8°. (Extrait du *Journal des Sciences militaires.*)

(*La suite du* Bulletin *au prochain numéro.*)

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 20 OCTOBRE 1873.

PRÉSIDENCE DE M. DE QUATREFAGES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE ANALYTIQUE. — *Théorème relatif au mouvement d'un point attiré vers un centre fixe;* par M. J. BERTRAND.

« Les orbites planétaires sont des courbes fermées; c'est la cause principale de la stabilité de notre système, et cette circonstance importante résulte de la loi d'attraction qui, quelles que soient les circonstances initiales, fait mouvoir chaque corps céleste qui n'est pas expulsé de notre système, suivant la circonférence d'une ellipse. On n'a pas remarqué jusqu'ici que la loi d'attraction newtonienne est la seule qui remplisse cette condition.

» Parmi les lois d'attraction qui supposent l'action nulle à une distance infinie, celle de la nature est la seule pour laquelle un mobile lancé *arbitrairement* avec une vitesse inférieure à une certaine limite, et attiré vers un centre fixe, décrive nécessairement autour de ce centre une courbe fermée. Toutes les lois d'attraction *permettent* des orbites fermées, mais la loi de la nature est la seule qui les *impose*.

» On démontre ce théorème de la manière suivante :

» Soit $\varphi(r)$ l'attraction exercée à la distance r sur la molécule considérée

et dirigée vers le centre d'attraction que nous prendrons pour origine des coordonnées. r et θ désignant les deux coordonnées polaires du mobile, on a, en vertu d'une formule bien connue,

$$\varphi(r) = \frac{k^2}{r^2}\left(\frac{1}{r} + \frac{d^2\frac{1}{r}}{d\theta^2}\right),$$

et, en posant $\frac{1}{r} = z$,

$$(1) \qquad r^2\varphi(r) = \psi(z),$$

$$\frac{d^2z}{d\theta^2} + z - \frac{1}{k^2}\psi(z) = 0.$$

Multiplions les deux membres par $2dz$ et intégrons en posant

$$(2) \qquad 2\int\psi(z)\,dz = \varpi(z),$$

nous aurons

$$\left(\frac{dz}{d\theta}\right)^2 + z^2 - \frac{1}{k^2}\varpi(z) - h = 0,$$

h étant une constante.

» On en déduit

$$d\theta = \pm\frac{dz}{\sqrt{h + \frac{1}{k^2}\varpi(z) - z^2}}.$$

» Si la courbe représentée par l'équation qui lie z à θ est fermée, la valeur de z aura des maxima et des minima pour lesquels $\frac{dz}{d\theta}$ sera nul, et les rayons vecteurs correspondants, normaux à la trajectoire, seront nécessairement pour elle des axes de symétrie. Or, quand une courbe admet deux axes de symétrie, la condition nécessaire et suffisante pour qu'elle soit fermée est que leur angle soit commensurable avec π. Si donc α et β représentent un minimum de z et le maximum qui le suit, la condition demandée est exprimée par l'équation

$$(3) \qquad m\pi = \int_\alpha^\beta \frac{dz}{\sqrt{h + \frac{1}{k^2}\varpi(z) - z^2}},$$

où m désigne un nombre commensurable. Cette équation doit avoir lieu, quels que soient h et k et, par suite, les limites α et β qui en dépendent.

» On a

$$h + \frac{1}{k^2}\varpi(\alpha) - \alpha^2 = 0,$$

$$h + \frac{1}{k^2}\varpi(\beta) - \beta^2 = 0;$$

par conséquent

$$\frac{1}{k^2} = \frac{\beta^2 - \alpha^2}{\varpi(\beta) - \varpi(\alpha)},$$

$$h = \frac{\alpha^2\varpi(\beta) - \beta^2\varpi(\alpha)}{\varpi(\beta) - \varpi(\alpha)},$$

et l'équation (3) devient

$$(4) \qquad m\pi = \int_\alpha^\beta \frac{dz\sqrt{\varpi(\beta) - \varpi(\alpha)}}{\sqrt{\alpha^2\varpi(\beta) - \beta^2\varpi(\alpha) + (\beta^2 - \alpha^2)\varpi(z) - z^2[\varpi(\beta) - \varpi(\alpha)]}}.$$

» La fonction $\varpi(z)$ doit être telle que cette équation ait lieu pour toutes les valeurs de α et de β. Le nombre commensurable m doit d'ailleurs être constant, car, s'il changeait d'une orbite à l'autre, une variation infiniment petite dans les conditions initiales apporterait un changement fini dans le nombre et la disposition des axes de symétrie de la trajectoire.

» Supposons α et β infiniment peu différents; soit

$$\beta = \alpha + u,$$

z restant compris entre α et β, nous pouvons poser

$$z = \alpha + y,$$

et y sera, comme u, infiniment petit. Nous aurons, en négligeant les infiniment petits du second ordre,

$$\sqrt{\varpi(\beta) - \varpi(\alpha)} = \sqrt{u\varpi'(\alpha)}.$$

Dans l'expression placée sous le radical au dénominateur de l'intégrale (4), les infiniment petits du premier ordre se réduisent à zéro, et il en est de même de ceux du second; ce sont ceux du troisième qu'il faut conserver, et l'on a, en négligeant les infiniment petits du quatrième ordre,

$$\alpha^2\varpi(\beta) - \beta^2\varpi(\alpha) + (\beta^2 - \alpha^2)\varpi(z) - z^2[\varpi(\beta) - \varpi(\alpha)]$$
$$= [\varpi'(\alpha) - \alpha\varpi''(\alpha)](u^2 y - u y^2).$$

L'équation (4) devient

$$m\pi = \int_0^u \frac{dy\sqrt{\varpi'(\alpha)}}{\sqrt{\varpi'(\alpha) - \alpha\varpi''(\alpha)}\sqrt{uy - y^2}},$$

c'est-à-dire, en effectuant l'intégration et supprimant les facteurs communs,

$$m = \sqrt{\frac{\varpi'(\alpha)}{\varpi'(\alpha) - \alpha\varpi''(\alpha)}},$$

ou

$$(1 - m^2)\varpi'(\alpha) + m^2\alpha\varpi''(\alpha) = 0.$$

On en déduit

$$\varpi'(\alpha) = \frac{A}{\alpha^{\frac{1}{m^2}-1}},$$

$$\varpi(\alpha) = A\frac{\alpha^{2-\frac{1}{m^2}}}{2-\frac{1}{m^2}} + B,$$

A et B désignant des constantes.

» D'après les relations supposées entre les fonctions ϖ, ψ et φ, il en résulte

$$\psi(z) = \frac{A}{2z^{\frac{1}{m^2}-1}},$$

$$\varphi(r) = \frac{A}{2}r^{\frac{1}{m^2}-3}.$$

Telle est la seule loi d'attraction possible, m y désignant un nombre commensurable quelconque; mais il n'en résulte pas qu'elle remplisse, quel que soit m, toutes les conditions de l'énoncé. On doit avoir, en effet, pour toutes les valeurs de α et de β,

$$(6)\quad m\pi = \int_\alpha^\beta \frac{dz\sqrt{\frac{1}{\beta^{\frac{1}{m^2}-2}} - \frac{1}{\alpha^{\frac{1}{m^2}-2}}}}{\sqrt{\frac{\alpha^2}{\beta^{\frac{1}{m^2}-2}} - \frac{\beta^2}{\alpha^{\frac{1}{m^2}-2}} + (\beta^2-\alpha^2)\frac{1}{z^{\frac{1}{m^2}-2}} - z^2\left(\frac{1}{\beta^{\frac{1}{m^2}-2}} - \frac{1}{\alpha^{\frac{1}{m^2}-2}}\right)}}.$$

» Supposons d'abord $\frac{1}{m^2} - 2$ négatif; posons $\alpha = 0$, $\beta = 1$, l'équation devient

$$m\pi = \int_0^1 \frac{dz}{\sqrt{\frac{1}{z^{\frac{1}{m^2}-2}} - z^2}} = \int_0^1 \frac{z^{\frac{1}{2m^2}-1}dz}{\sqrt{1 - z^{\frac{1}{m^2}}}},$$

et l'équation (6) donne

$$m\pi = m^2\pi,$$

$$m = 1.$$

La loi d'attraction correspondante est

$$\varphi(r) = \frac{A}{r^2}.$$

» Si l'on suppose $\frac{1}{m^2} - 2$ positif, l'équation (6) devient, pour $\alpha = 1$, $\beta = 0$,

$$m\pi = \int_0^1 \frac{dz}{\sqrt{1-z^2}} = \frac{\pi}{2}.$$

On en déduit $m = \frac{1}{2}$, et la loi d'attraction correspondante est

$$\varphi(r) = Ar.$$

» Deux lois seulement remplissent donc les conditions demandées, celle de la nature, par laquelle l'orbite fermée n'a qu'un axe de symétrie passant par le centre d'action, et l'attraction proportionnelle à la distance, pour laquelle il y en a deux.

» Notre illustre Correspondant M. Tchebychef, à qui j'ai communiqué la démonstration qui précède, m'a fait judicieusement observer que le théorème, inutile aujourd'hui pour la théorie si parfaite des planètes, pourra être utilement invoqué pour étendre aux étoiles doubles les lois de l'attraction newtonienne. »

MÉTÉOROLOGIE COSMIQUE. — *Sur les* Astronomische Mittheilungen *du Dr Rodolphe Wolf.* Note de M. **Faye.**

« En présentant à l'Académie le numéro 33 de cette publication, je crois devoir insister sur la portée de plus en plus manifeste des recherches de son savant auteur. Si quelques personnes ont pu hésiter au commencement, lorsqu'il ne s'agissait que d'un petit nombre de concordances entre les époques du maximum de fréquence des taches solaires et celui du maximum de la variation diurne de l'aiguille aimantée, observée ici ou là, elles seront sans doute excusées, pour peu que l'on songe à la difficulté d'imaginer un lien quelconque entre deux ordres de phénomènes en apparence si étrangers l'un à l'autre; mais, aujourd'hui, il ne leur serait pas possible de résister aux concordances qui se révèlent, année par année et mois par mois, entre les taches du Soleil et le magnétisme terrestre. Grâce au concours de quelques collaborateurs dévoués en Suisse, en Allemagne, en Italie et même en Grèce, M. R. Wolf parvient maintenant à déterminer pour chaque jour de chaque année les nombres qui mesurent la fréquence des taches à la surface du Soleil. Pour l'année 1872, par exemple, il ne lui manque

qu'un jour sur 366, et, pour ce jour-là seulement, il a dû se résoudre à interpoler, afin de régulariser ses moyennes mensuelles. Dès lors il est en état de calculer avec ces nombres les variations de la déclinaison de l'aiguille aimantée en un point quelconque du globe terrestre, pourvu qu'on ait une fois pour toutes déterminé, relativement à ce point, deux constantes pareilles à l'établissement du port et à l'unité de hauteur dans le calcul des marées, et je dis un point quelconque, qu'il s'agisse de Christiania ou de Prague, de Munich ou de Batavia. En voici un exemple : on vient de publier les observations horaires de la déclinaison, à Batavia, pour les années 1868 et 1869. En ce point les constantes sont 2,130 et 0,0185; le nombre R des taches est lié à la variation en déclinaison par la simple formule

$$v = 2',130 + 0',0185\,R,$$

et voici comment les observations de l'aiguille de Java sont représentées par les taches du Soleil :

1868.	Fréquence des taches.	Variation observée. ′	Variation calculée. ′	1869.	Fréquence des taches.	Variation observée. ′	Variation calculée. ′
Janvier....	19,3	2,56	2,49	Janvier....	61,4	3,27	3,27
Février....	21,5	2,56	2,53	Février....	64,5	3,36	3,32
Mars......	24,2	2,56	2,58	Mars......	68,0	3,44	3,39
Avril.....	27,6	2,58	2,64	Avril.....	69,4	3,46	3,41
Mai.......	31,7	2,62	2.72	Mai.......	70,1	3,47	3,43
Juin......	35,5	2,71	2,79	Juin......	72,4	3,50	3,47
Juillet.....	39,2	2,81	2,85	Juillet.....	74,6	3,58	3,51
Août......	42,9	2,92	2,92	Août......	77,6	3,61	3,57
Septembre..	45,8	3,01	2,98	Septembre..	84,3	3,67	3,69
Octobre...	47,0	3,04	3,00	Octobre...	93,7	3,83	3,86
Novembre..	50,4	3,08	3,06	Novembre..	101,7	3,95	4,01
Décembre..	56,9	3,19	3,18	Décembre..	105,8	3,98	4,09

» L'écart moyen est $\pm\, 0',05$, c'est-à-dire $\pm\, 3''$.

» S'agit-il des moyennes annuelles, résumant toutes les influences de l'année, voici par exemple le résultat obtenu par le Soleil pour l'an passé : $R = 101,7$. Avec cela la formule relative à Munich, depuis longtemps connue,

$$7',109 + 0',0363\,R,$$

donne $v = 10',80$. L'observation a donné 10′,75 pour 1872.

» Ces concordances frappantes qui s'étendent, de la période générale de onze ans, aux détails des années et des mois, et qui permettent de lire sur les taches du Soleil, comme sur l'échelle divisée d'une aiguille aimantée,

les variations continuelles du magnétisme terrestre, ne justifient-elles pas pleinement le titre de Météorologie cosmique que j'ai donné à cette Note, pour rendre hommage, à la fois, aux travaux de M. Wolf et à la mémoire de Donati qui nous a légué cette appellation hardie dans son dernier Mémoire. »

ASTRONOMIE. — *Sur l'explication des taches solaires proposée par M. le Dr Reye* (1). Note de M. **Faye**.

« Lorsqu'on fait tourner rapidement un vase contenant un liquide autour de son axe de figure placé verticalement, on sait que la surface libre de ce liquide se creuse au centre et se relève sur les bords, de manière à former un paraboloïde de révolution; c'est la figure d'équilibre de la surface libre d'un liquide dont toutes les parties ont même vitesse angulaire de rotation. Si l'on imprime, non plus à toute la masse, mais à une petite portion d'un liquide en repos ou animé d'un mouvement rectiligne, exactement commun à toutes les parties, un mouvement analogue, la dépression qui se forme à la surface libre est conique, et la rotation s'y accélère vers la pointe; mais cet effet disparaît bientôt, à moins que la rotation locale ne soit alimentée par quelque circonstance particulière.

» C'est ce qui se présentera si les vitesses des filets liquides du cours d'eau ne sont pas égales. Alors le tourbillon une fois produit s'alimente aux dépens de la différence de vitesse entre les filets contigus; la dépression conique centrale se propage vers le bas, de couche en couche, par l'afflux spiraloïde des filets qui convergent vers l'axe en s'inclinant peu à peu vers le bas. Il n'y a plus, à proprement parler, de figure d'équilibre; mais on peut concevoir une surface limite qui envelopperait ces dépressions ou plutôt ces ruptures coniques des couches successives; elle aurait elle-même une forme conique, évasée vers le haut, rétrécie vers le bas, à peu près comme un entonnoir.

» Cet entonnoir invisible au sein de la masse liquide suivra d'ailleurs exactement la marche moyenne du courant et n'absorbera que la force vive due à la faible différence originaire de vitesse des filets qui s'y engagent.

» Enfin, si l'on considère les régions moyennes de l'atmosphère, où des

---

(1) *Die Wirbelstürme, Tornados und Wettersäulen*, von Dr Th. Reye, ordentliche Professor an der Universität Strassburg. Hannover, 1872.

courants se meuvent comme des fleuves immenses avec des vitesses variant d'une tranche verticale à la suivante, on conçoit que les phénomènes tourbillonnaires qui s'y produiront puissent prendre des dimensions considérables. Et ce qu'il y a de particulier dans ce cas, c'est que la surface enveloppe de toutes les spirales tourbillonnaires deviendra visible par suite de la condensation de la vapeur d'eau dans les couches qu'elles traversent et qu'elles refroidissent. Les masses d'air supérieures affluent peu à peu en convergeant dans la vaste ouverture supérieure de l'entonnoir, le creusent de plus en plus, en vertu de leur vitesse accélérée de rotation vers l'axe et finissent d'ordinaire par le faire dégénérer en une sorte de cylindre étroit qui descend progressivement de couche en couche, en hésitant parfois si l'afflux supérieur n'est pas régulier, jusqu'à ce qu'il rencontre l'obstacle du sol. Alors toute la force vive des masses d'air qui ont eu accès, à un instant donné, par l'orifice de ce vaste entonnoir, se retouve concentrée en bas, presque sans perte, sur un très-petit espace et peut produire en peu de temps, à la rencontre de certains obstacles, les effets les plus étonnants. Les arbres seront abattus et couchés en un certain ordre, les maisons renversées, l'eau des mares ou des étangs balayée de tous côtés, les vagues de la mer écrêtées et enlevées en écume par l'air qui s'échappe en tournoyant et en prenant sur l'obstacle même une force ascensionnelle marquée, etc.

» Quelques personnes, frappées de ces effets dévastateurs, ont cru que les trombes opéraient par succion ou aspiration, qu'elles arrachaient les arbres par un mouvement de tire-bouchon et qu'elles pompaient l'eau des étangs, des fleuves ou des mers, en l'aspirant dans la surface enveloppe que nous venons de décrire, comme si c'était un canal solide de succion.

» Sans doute il existe des tourbillons ascendants; même c'est presque toujours en tourbillonnant que les innombrables filets d'air ascendants, destinés à rétablir incessamment l'équilibre des couches atmosphériques, s'élèvent vers les régions supérieures. Tels sont aussi les petits tourbillons qu'on voit si fréquemment courir sur nos chaussées et nos places par les journées chaudes, et les tourbillons mieux caractérisés qui se forment çà et là au-dessus de vastes incendies, dont les flammes se réunissent parfois, en tournoyant, dans une colonne verticale, surmontée d'un cône de fumée. Mais ces phénomènes fugitifs n'ont rien de commun que le tournoiement avec ceux que nous venons de décrire.

» Voilà cependant le point de départ que M. le D[r] Reye a choisi pour se rendre compte des trombes, cyclones, orcans ou tornados dont il a fait

une étude spéciale dans un livre publié vers la fin de l'année dernière (1). Le savant auteur pense que les trombes et cyclones sont des phénomènes identiques à ces petits tourbillons de nos routes (2); ils seraient dus uniquement à l'ascension de l'air des couches les plus basses, lorsque la rapidité du décroissement vertical des températures atteint une valeur telle, que l'équilibre de l'atmosphère soit voisin de l'instabilité. Alors il suffit du plus léger accident pour décider çà ou là l'ascension d'une bouffée d'air, et, une fois le mouvement commencé en ce point, l'air de la couche inférieure afflue vers ce même point pour suivre le mouvement. Bientôt, par ce mince orifice, des masses considérables appelées de tous côtés se précipitent et montent vers le ciel en se dilatant et en élargissant de plus en plus (vers le haut seulement) le canal d'ascension. Le phénomène dure jusqu'à ce que l'équilibre soit rétabli entre la couche inférieure qui fournit les matériaux et les couches supérieures qui les reçoivent. L'air chaud inférieur, en se dilatant dans les régions élevées, laisse une partie de sa vapeur se condenser, et la chaleur due à cette condensation le rendant plus léger ajoute encore à sa force ascensionnelle. Enfin, c'est par l'afflux de l'air de la couche inférieure vers l'étroit orifice de la trombe ainsi formée que s'opéreraient les dévastations susdites.

» Je ne me propose pas de discuter cette théorie, mais seulement d'examiner l'application ingénieuse que M. le Dr Reye en a faite aux taches du Soleil. Suivant lui, lorsqu'une facule se forme à la surface du Soleil, l'excès de chaleur qui en résulte dans une région limitée de la photosphère détermine les phénomènes suivants : la température de la couche atmosphérique qui repose immédiatement sur cette facule s'élève et rend instable l'équilibre de l'atmosphère; les masses de gaz et de vapeurs dont cette couche est formée tendent à s'élever. Il pourra donc se former çà et là, au-dessus de cette facule, une sorte de trombe par où les matériaux de la couche inférieure s'élèveront verticalement dans les couches supérieures. Le refroidissement qui en résulte déterminera la condensation des vapeurs; il donnera ainsi à l'intérieur de cette trombe le degré d'opacité nécessaire pour masquer la région sous-jacente de la photosphère.

» Ce nuage se formera déjà vers 100 ou 200 milles allemands de hau-

---

(1) J'en ai eu connaissance par le dernier Mémoire de M. Zœllner.

(2) Les cyclones seraient de vastes trombes produites également par l'ascension des masses d'air inférieures; seulement la condition relative à l'équilibre atmosphérique ne serait plus ici nécessaire.

teur. Par-dessous ce nuage et latéralement, des masses gazeuses s'échapperont en nappe conique; mais, déjà dépouillées en partie de vapeurs, elles iront déposer, beaucoup plus haut, une foule de très-petits nuages opaques qui formeront la pénombre, en affaiblissant pour nous l'éclat général du fond brillant de la photosphère. Enfin ces masses gazeuses, complétement dépouillées de vapeurs par ces condensations successives, et s'emparant de la chaleur latente qu'elles rendent libre, jailliront violemment au-dessus de la chromosphère, autour de la pénombre, en flammes d'hydrogène presque pur.

» La hauteur du cyclone solaire ne doit pas (d'après le phénomène de Wilson) dépasser 800 milles allemands au-dessus du nuage noir absolument opaque qui en forme la base, ce qui fait en tout de 900 à 1000 milles, ou, en secondes, un peu plus de 9 à 10 secondes, c'est-à-dire à peu près la hauteur moyenne de la chromosphère.

» Tel serait, suivant M. Reye, le mécanisme de la formation des taches solaires. Le corps de cet astre n'y serait pour rien; tout se passerait dans son atmosphère au-dessus de la surface brillante.

» Quant à l'observation célèbre de Wilson (confirmée par les mesures d'Herschel et de plusieurs astronomes modernes, en particulier par les belles mesures de l'Observatoire anglais de Kew), qui prouve que les taches sont des cavités, M. Reye accorde que les taches sont bien des cavités, des espèces d'entonnoirs s'évasant par le haut, mais il fait remarquer, comme l'ont fait avant lui plusieurs savants du même pays, dans l'intérêt d'hypothèses analogues, qu'on satisfait aussi bien à l'observation de Wilson avec des entonnoirs placés au-dessus du Soleil, qu'avec des entonnoirs placés dans sa masse même. Son hypothèse de trombes extérieures ascendantes n'est donc pas en contradiction avec ce fait, et, comme elle répond bien d'ailleurs à la figure et aux caractères principaux des taches, il la propose aux astronomes à titre de conséquence logique de sa théorie.

» Je ne m'attacherai ni à la théorie ni à ses conséquences, mais seulement au point de fait que voici : les observations courantes des taches du Soleil, lesquelles ne sont pas susceptibles d'une double interprétation comme le fait de Wilson, montrent que les taches sont des cavités non pas extérieures, mais intérieures à la photosphère. L'hypothèse de M. Reye n'est donc pas plus acceptable que celle de M. Zœllner, dont j'entretenais dernièrement l'Académie.

» Tâchons de rendre la démonstration bien claire, et pour cela réduisons-la à une forme purement géométrique. Voici une table avec une

cuvette exactement placée en son milieu. Un observateur, trop éloigné pour avoir la sensation du relief, cherche à décider si la cuvette est posée simplement sur la table ou si elle est insérée dans un trou circulaire de même orifice, de manière que la cuvette entière soit au-dessous de la surface de la table. S'il voit la table obliquement, l'orifice de la cuvette et le fond lui paraîtront comme deux ellipses à peu près semblables, mais non concentriques. A ne considérer que la perspective de la cuvette, il notera que les deux ellipses ne sont pas concentriques; celle du fond se trouvera, par rapport à l'autre, un peu rejetée de son côté. C'est là le phénomène de Wilson; il ne nous apprend, en effet, qu'une seule chose, c'est que l'objet est creux; c'est bien une cuvette; seulement cela ne nous apprend rien sur la position de la cuvette par rapport à la table.

» Mais il y a là un moyen bien simple de résoudre le problème, c'est de mesurer sur le tableau perspectif la distance du fond de la cuvette aux deux bords de la table. Si ces distances sont sensiblement égales, la cuvette centrale est posée sur la table et lui est extérieure. Si la distance du fond au bord voisin de l'observateur est la plus petite, la cuvette est insérée dans la table.

» Ce calcul a été fait non pas une fois, mais sur des milliers d'observations des taches solaires de M. Carrington. Il a constamment donné le même résultat : la cuvette est dans la table, la cavité de la tache est dans le corps du Soleil; elle y est engagée de toute la profondeur que le phénomène de Wilson assigne à cette cavité.

» Sans doute M. le Dr Reye ignore ce simple fait qui aurait supprimé dans son germe toute sa théorie, car il n'en parle pas. D'ailleurs ces calculs et leurs résultats ont été publiés, pour lui, à l'étranger.

» Cependant je ne puis m'empêcher de faire remarquer qu'un astronome allemand dont le nom a beaucoup d'autorité en ces matières, et à qui cette branche de la science doit d'intéressants résultats, M. le Dr Peters, directeur de l'Observatoire d'Hamilton College, a publié après moi, sur ses propres mesures, les mêmes calculs et est arrivé au même résultat. Son Mémoire a été publié en 1868, dans les *Astronomische Nachrichten*, n° 1696; je l'ai analysé et discuté dans les *Comptes rendus*, t. LXVII, p. 185.

» Il existe un second moyen que je n'ai pu employer, parce que les mesures anglaises dont je disposais se rapportaient exclusivement aux noyaux noirs des taches, c'est-à-dire au fond de la cuvette : c'est de considérer l'orifice supérieur de la pénombre ou de la cuvette. Le P. Secchi, dont les travaux sont si justement connus et appréciés en Allemagne, a observé

avec soin le centre de cet orifice dans plusieurs belles taches, d'une manière très-suivie, avec tous les raffinements de la précision moderne. Il a trouvé que le centre de cet orifice ne subissait pas de déplacement quelle que fût sa distance au centre du Soleil. Donc l'orifice supérieur est au ras de la table, je veux dire de la photosphère, et non à 900 ou 1000 milles allemands au-dessus.

» Il y a une troisième manière encore plus simple, c'est de regarder la table par la tranche. Les trombes verticales ascendantes de 9 à 10 secondes de saillie, lorsqu'elles arrivent au bord même du Soleil, devraient devenir visibles, que dis-je? éclatantes de lumière pendant les éclipses totales. Or jamais on n'a rien vu de pareil; pas le plus léger indice de cette urne formée par des nuages incandescents; tout se passe au contraire, sauf une dépression locale de la chromosphère signalée par M. Respighi, comme s'il s'agissait de simples cavités entièrement masquées sur les bords par la sphéricité du globe solaire.

» D'ailleurs, en temps ordinaire, on voit les taches disparaître vers les bords comme de simples trous, sans indication d'un relief quelconque, en sorte que Wilson, les Herschel, Bode, Arago, tous les astronomes en un mot de tous les pays, n'ont jamais hésité, jusque dans ces derniers temps, entre les deux interprétations purement géométriques qu'en Allemagne on trouve aujourd'hui également admissibles.

» Ainsi les longues années de mesures anglaises, les observations et les calculs du Dr Peters, celles du P. Secchi, le témoignage négatif si frappant de toutes les éclipses totales, etc., tous les faits, en un mot, s'accordent à établir que les taches ne sont pas hors du Soleil, dans son atmosphère, mais bien dans l'épaisseur de sa masse brillante.

» Je ne pousserai pas plus loin la discussion; il me suffit d'indiquer à M. le Dr Reye et aux lecteurs de son savant ouvrage, de simples faits qui rendent sa théorie entièrement inapplicable au Soleil.

» Si ces faits bien connus de tous les astronomes, faits qui ont si souvent figuré dans tant de controverses, ne sont même pas mentionnés dans certains livres allemands, où l'on ne cite que le phénomène de Wilson, susceptible d'être interprété de deux manières différentes, je ne puis l'expliquer que par l'influence d'une idée préconçue. M. Kirchhoff, en Allemagne, comme M. Spencer et M. Balfour Steward, en Angleterre, a pensé que les taches ne pouvaient provenir d'une cause interne, mais seulement du refroidissement extérieur. Cette pensée juste, mais bien vague dans la partie affirmative, fut traduite aussitôt dans les deux pays par deux hypothèses contradic-

toires, celle des nuages formés dans une vaste atmosphère solaire par le refroidissement et la condensation des vapeurs ascendantes, et celle de courants verticaux formés dans cette puissante atmosphère semblable à la nôtre, à laquelle on croyait alors, et pénétrant violemment de haut en bas (*down rush*) dans la photosphère. La première hypothèse, celle du célèbre physicien de Kœnigsberg, fut accueillie vivement en Allemagne. Encore aujourd'hui, malgré quelques déviations (les scories, par exemple, de M. Zœllner), on y considère les taches comme des édifices atmosphériques, entièrement extérieurs au Soleil; les faits contraires apparaissent comme douteux et sont écartés; on n'y pense même plus.

» Ils n'en subsistent pas moins, et leur oubli frappe fatalement de stérilité de très-remarquables efforts comme ceux de MM. Zœllner et Reye.

» Quoi qu'il en soit, je désire vivement que, à l'aspect de ces désaccords et de ces hypothèses qui surgissent de tous côtés, l'Académie n'en vienne pas à conclure que la question du Soleil n'est réellement pas mûre. Loin de là, les faits ne laissent place à l'indétermination que si on les envisage isolément, prenant tel groupe et laissant arbitrairement tel autre de côté. Dans leur magnifique ensemble actuel ils contiennent la solution intégrale du problème; il suffit de se laisser guider par eux pour y arriver par le raisonnement, sans hypothèse, sans effort d'imagination. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Recherches anatomiques sur les Édentés Tardigrades;* par M. P. GERVAIS. (Extrait par l'auteur.)

« Il a existé dans l'Amérique méridionale, à une époque peu reculée et certainement postérieure à la fin des temps géologiques compris sous la dénomination commune de période tertiaire, un certain nombre d'espèces gigantesques, appartenant à l'ordre des Édentés, qui étaient pourvues de dents rappelant celles des Paresseux, soit les Unaus, soit les Aïs. Par leurs caractères ostéologiques, ces animaux se rattachaient aussi, d'une manière particulière, à ces deux genres de mammifères encore actuellement existants, et les grands Tardigrades sud-américains n'avaient, comme les Paresseux, aucun représentant dans les autres parties du globe. Les affinités, qui rattachent les uns aux autres les genres de ces deux catégories, ont été reconnues par Cuvier, lorsqu'il a pu étudier des débris appartenant au Mégathérium et au Mégalonyx et comparer les particularités ostéologiques, qui distinguent ces deux animaux éteints, à celles que présentent les Aïs et les Unaus. Ce mode de classement, d'abord contesté par quelques anatomistes

qui voulaient réunir les Paresseux au groupe des Singes, comme l'avait fait autrefois Linné, et ne placer parmi les Édentés que les grands Tardigrades d'espèces détruites, a fini par être généralement accepté. Toutefois, les grandes espèces dont il s'agit différaient de celles beaucoup plus petites, qui existent encore maintenant par leur manière de vivre. La masse énorme de leur corps en faisait nécessairement des animaux terrestres; les ongles puissants, dont un ou plusieurs de leurs doigts étaient armés, leur servaient à fouiller le sol, et si, dans la plupart des cas, elles se nourrissaient, comme le font les Unaus et les Aïs, de substances végétales, ce dont on ne peut douter en considérant la conformation habituelle de leurs dents, on doit également supposer qu'elles se servaient de leurs ongles pour bouleverser les grandes fourmilières, et que les Fourmis, ainsi que les Termites, faisaient partie de leur alimentation aussi bien que les substances végétales accumulées par ces insectes ou les parties succulentes des végétaux que leurs énormes griffes leur permettaient d'extraire du sol. Cependant le Lestodon était sans doute en partie carnivore. On le voit, ces gigantesques représentants de nos Tardigrades, dans la faune quaternaire, n'avaient pas tous les mêmes habitudes; c'est ce que l'on ne saurait contester, si l'on passe en revue les particularités souvent remarquables d'organisation qui les distinguaient les uns des autres.

» Le nombre de leurs genres peut être évalué à une dizaine environ.

» 1. Le premier, ou le genre *Mégathérium*, présentait cinq paires de molaires supérieures et quatre inférieures; ce qui est la règle à peu près constante pour les Tardigrades. Ses dents étaient équidistantes entre elles, à quatre pans et relevées à la couronne par une paire de crêtes ou collines transversales comparables à celles de certains mammifères essentiellement herbivores et phyllophages, tels que les Tapirs et les Kangurous. On doit supposer, comme on l'a fait du reste pour les Dinothériums fossiles en Europe et dans l'Inde, et aussi pour le Notothérium et le Diprotodon, qui sont de gigantesques Marsupiaux éteints, particuliers en Australie, que le régime du Mégathérium était analogue à celui de ces animaux. L'humérus du même animal manquait de perforation au-dessus du condyle interne; son fémur était fort large et ses pieds de derrière qui se distinguent surtout par la forme de deux de leurs os du tarse, le calcanéum et l'astragale, ne portaient d'ongle qu'à un seul doigt. Il avait au contraire trois doigts onguiculés aux pieds de devant.

» Ce gigantesque animal a été successivement décrit par différents auteurs, depuis Cuvier, et M. Owen en a donné la monographie en 1861. Le sque-

lette de Mégathérium que je viens de faire préparer pour la collection du Muséum, grâce à l'habile et utile concours de M. le Dr Sénéchal, nous a permis, à M. Sénéchal et à moi, d'ajouter des faits nouveaux à ceux qui ont déjà été publiés au sujet de ce mammifère, faits sur lesquels nous reviendrons dans un travail actuellement en préparation.

» 2. On trouve une disposition peu différente de celle qui caractérise le système dentaire du Mégathérium dans le genre *Cœlodon*, découvert au Brésil par M. Lund. Ce genre est encore peu connu. J'ai pu en étudier le squelette dans le musée de Copenhague et recueillir à son égard quelques indications utiles pour la science. Les dents du Cœlodon sont au nombre de quatre paires à la mâchoire supérieure et de trois seulement à l'inférieure, formule que je retrouve sur un des crânes de Mégathérium que possède le Muséum.

» 3. Le *Lestodon* est un autre Tardigrade gigantesque que j'ai, le premier, distingué du reste des animaux de cet ordre. Il joignait à certaines dispositions ostéologiques, rappelant le Mégathérium et le Cœlodon, des caractères qui ne se retrouvent que chez le Mylodon, dont je parlerai tout à l'heure; mais ce qui le distingue surtout, c'est l'apparence caniniforme de la première paire de ses dents supérieures et inférieures, qui rappellent par leur écartement et par leur forme les canines des Unaus. En outre, le bord mentonnier était large et aplati. On possède des fragments de la tête du Lestodon, son membre postérieur à peu près entier et quelques autres pièces encore, dont j'ai commencé à publier des descriptions accompagnées de figures. Le fémur mesurait 0,74 de longueur totale; mais, s'il était plus long que celui du Mégathérium, il était en même temps moins large.

» La collection du Muséum paraît être, jusqu'à présent, la seule dans laquelle on voit des portions du squelette de ce singulier animal.

» 4. Le genre *Mégalonyx* avait aussi la première paire de dents écartée des autres, mais avec une forme de ces dents rappelant les incisives des Rongeurs. Le squelette de cet Édenté n'a été connu de Cuvier qu'en partie; mais M. Leidy l'a décrit plus récemment dans la plupart de ses pièces. On rencontre des débris de Mégalonyx dans l'Amérique méridionale aussi bien que dans les États-Unis, où ils ont été découverts par Jefferson, et pour chacune de ces grandes régions l'espèce est différente. Un maxillaire inférieur indiquant aussi le genre Mégalonyx a été également recueilli dans l'île de Cuba; quoiqu'on en ait fait un genre distinct, sous les noms de *Mégalochnus* et de *Myomorphus*, ce fossile doit être certainement attribué à un véritable Mégalonyx.

» 5. Si de ce genre nous passons à celui des *Mylodons*, nous trouvons

d'autres particularités faciles à saisir, et cela dans les squelettes aussi bien que dans le système dentaire. Certains os du pied ont une forme tout autre que dans les genres précédents, et la première paire de dents, tout en restant écartée, soit à la mâchoire supérieure, soit à la mâchoire inférieure, l'est beaucoup moins que chez les Lestodons ou les Mégalonyx. Son fût ne ressemble d'ailleurs ni à la canine des premiers ni à la dent incisiforme des seconds.

» Il en est des Mylodons comme des Mégalonyx; ces animaux ont existé dans les deux Amériques.

» 6. Vient ensuite le genre *Scélidothérium*, plus semblable aux Paresseux Aïs par la forme de ses dents antérieures qu'aux Unaus, et dont le squelette est aussi très-facile à distinguer dans plusieurs de ses parties de celui des cinq genres dont il a été question jusqu'ici.

» 7. Ce ne sont pas là les seuls grands Tardigrades dont les dépôts superficiels et les cavernes à ossements de l'Amérique aient conservé les débris. M. Lund, à qui l'on doit tant de belles découvertes au sujet des fossiles de ce continent, et qui a décrit les Scélidothériums sous le nom de *Platyonyx*, en même temps que M. Owen les faisait connaître sous la dénomination qui a été conservée, parle d'une septième forme d'animaux du même ordre qu'il appelle *Sphenodon*. Ces Sphénodons n'auraient, suivant M. Lund, que quatre paires de molaires à chaque mâchoire, tandis que nous avons vu que les autres Tardigrades, sauf cependant le Cœlodon, en avaient cinq en haut et quatre en bas, ce qui est aussi le cas des Paresseux Unaus et celui des Aïs, du moins après leur naissance.

» 8. On doit regarder comme indiquant un huitième genre une dent encore implantée sur la partie antéro-externe d'un maxillaire inférieur; par la forme en pyramide de sa couronne, elle nous signale un animal non encore décrit et voisin des Lestodons dont il différait cependant d'une manière certaine. Cette dent a été trouvée dans la Confédération Argentine par M. Seguin; elle n'a encore été ni décrite, ni figurée. Le grand Édenté qu'elle nous signale devait dépasser le Lestodon en dimensions ou tout au moins l'égaler.

» 9. Les os du pied, plus particulièrement le calcanéum et l'astragale, présentent chez les Tardigrades des différences de forme qui peuvent être utilement employées dans la diagnose des divers genres de cet ordre. Un calcanéum rapporté du Brésil par M. Claussen, avec des restes du Scélidothérium et de plusieurs autres animaux éteints, et déposé avec eux dans notre collection publique, permet de conclure à l'ancienne existence dans l'Amérique méridionale d'un neuvième genre dont l'espèce type n'est encore

connue que par cette seule partie. Les caractères du calcanéum auquel je fais allusion ne laissent à cet égard aucun doute. Ce Tardigrade inconnu était aussi un animal de grande taille; il égalait, sous ce rapport, le Scélidothérium et dépassait le Mégalonyx de Jefferson. Je publierai aussi la description et les figures de la pièce unique sur laquelle cette démonstration repose encore.

» On peut dès à présent soupçonner l'ancienne existence en Amérique d'animaux encore différents de ceux-là par le genre, mais appartenant de même aux Tardigrades.

» Les Édentés, dont les Tardigrades constituent une section importante, forment parmi les mammifères une division primordiale qui devrait être regardée comme une sous-classe de ces animaux plutôt que comme un ordre comparable à ceux des Singes, des Carnivores, des Cheiroptères ou des Rongeurs. C'est pourquoi nous faisons des Tardigrades un ordre à part.

» Malgré l'apparence d'uniformité que présentent leurs dents, toujours à une seule racine et à peu près semblables entre elles pour chaque espèce, ce qui m'a conduit à donner aux Édentés la dénomination d'*Homodontes*, on remarque certaines particularités de ces organes qui, pour être passagères, n'en sont pas moins dignes d'être prises en considération dans la diagnose des différents ordres dont cette sous-classe se compose. C'est ainsi que j'ai signalé chez les Fourmiliers du genre Myrmidon, ou Fourmiliers didactyles, des apparences d'alvéoles existant dans le très-jeune âge et qui tendent à faire penser que ces animaux, bien que dépourvus de dents pendant la plus grande partie de leur vie, en possèdent peut-être des rudiments vers l'époque de la naissance, ce qui établirait un nouveau rapport entre eux et les Tardigrades.

» J'ai reconnu, d'autre part, la présence chez le Tatou Cachicame de véritables dents de lait, ce qui n'avait pas encore été signalé. Cette observation, dont l'exactitude a été contestée, a été vérifiée par le savant professeur d'Anatomie comparée du Collége des Chirurgiens de Londres, M. Flower.

» Une remarque que j'ai également eu l'occasion de faire récemment a trait à l'un des deux genres actuels de Tardigrades, celui des Paresseux Aïs. La formule dentaire de ces Édentés, telle qu'on l'a jusqu'à présent établie, n'est pas exacte, et, comme cela a lieu pour beaucoup d'autres animaux de la classe des mammifères, il faudra tenir compte ici des modifications que la succession des âges apporte dans le nombre de dents. Au

lieu de cinq paires de dents supérieures et de quatre inférieures seulement, l'Aï en présente cinq paires à chaque mâchoire; c'est ce que j'ai constaté par l'examen d'un fœtus à terme appartenant à l'espèce ou variété à front jaune. Il avait déjà toutes ses dents apparentes et présentait, en avant de la paire de dents inférieures qui répond aux canines des Unaus, une petite dent supplémentaire, ce qui portait à cinq, au lieu de quatre, le nombre des paires dentaires propres à cette mâchoire. Il est évident que, si la première paire de dents inférieures persistant chez les Aïs doit être regardée comme une canine, à cause de la forme que prend la même paire de ces organes chez plusieurs genres de Tardigrades, particulièrement chez l'Unau, cette paire surnuméraire et caduque ne peut être décrite que comme étant une incisive; ce qui devra faire modifier la caractéristique que l'on a jusqu'à présent donnée des Édentés de cet ordre.

» Les Tardigrades constituent néanmoins un groupe très-naturel. Ce groupe reçoit, comme on l'a vu par les faits exposés dans ce résumé, une extension considérable de l'adjonction des genres éteints à ceux qui vivent encore de nos jours, et il est digne de remarque que les espèces de ces genres anéantis atteignaient toutes des dimensions considérables. C'est aussi ce qui a été observé pour la plupart des espèces propres aux faunes quaternaires de l'Europe tempérée et des régions arctiques, ainsi que pour celles de l'Australie, etc., qui ont disparu les premières. Il en est également ainsi pour le Toxodon, le Macrauchénia, le Typothérium, le Chlamydothérium, les Glyptodons des divers genres et d'autres encore qui ont été contemporains des Tardigrades dans les régions intertropicales du continent américain.

» Dans un nouveau Mémoire, que j'aurai l'honneur de soumettre prochainement à l'Académie, je discuterai les caractères principaux de ces différents genres, et j'essayerai de déterminer leurs affinités naturelles en me fondant sur les observations que j'ai pu récemment faire à leur égard. »

BOTANIQUE. — *Note accompagnant la présentation du dernier volume du* Prodromus systematis naturalis regni vegetabilis; par M. **Alph. de Candolle.**

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie le dix-septième et dernier volume du *Prodromus systematis naturalis regni vegetabilis*, ouvrage commencé, il y a cinquante-deux ans, par mon père et continué par moi-même, avec l'aide de plusieurs collaborateurs. Ayant eu l'avantage de compter

dans le nombre de ceux-ci l'un de mes fils (1), on voit que cette œuvre considérable a occupé trois générations de botanistes, en particulier, dans ma famille.

» L'idée primitive d'Augustin Pyramus de Candolle avait été d'offrir une énumération rapide et succincte de toutes les espèces du règne végétal, d'après les principes de la méthode naturelle. Les deux premiers volumes ont été effectivement un abrégé de l'ouvrage antérieur de mon père intitulé *Systema*, avec une continuation également très-succincte; mais, à partir du troisième volume, l'auteur jugea convenable de donner plus de détails sur chaque espèce, en particulier sur les espèces nouvelles qui abondaient alors dans les herbiers. Il continua ainsi jusqu'au septième volume, travaillant à peu près seul. Son dernier effort fut la révision de l'immense famille des Composées, qu'il parvint à terminer après une grave maladie et bien peu de temps avant sa mort, survenue en 1841. De simple collaborateur, je devins alors directeur de l'entreprise. Plusieurs botanistes de nos amis s'étaient engagés à travailler spécialement certaines familles. J'augmentai le nombre de ces collaborateurs et leur donnai l'exemple, dans mes propres articles, de développer, autant que la science l'exigeait, les caractères, la synonymie et la citation des localités. De cette manière le *Prodromus* a été dans les dix derniers volumes, plus que dans les précédents, une véritable série de monographies, et la plus grande assurément qui existe en Botanique, peut-être même en Histoire naturelle, car elle traite de 214 familles, comprenant 5134 genres et 58975 espèces.

» Trente-cinq auteurs y ont travaillé; j'ai publié leurs noms, avec l'indication de la part de chacun d'eux, dans un article final de l'ouvrage (2) dont MM. les membres de l'Académie ont des exemplaires sous les yeux. Le fondateur du *Prodromus* en a rédigé lui-même le tiers; MM. Bentham, président de la Société linnéenne de Londres, Meissner, professeur à Bâle, Dunal, autrefois professeur à Montpellier, Müller (d'Argovie), conservateur de mon herbier, et moi-même, avons fait un autre tiers; enfin vingt-neuf autres botanistes, parmi lesquels j'ai eu le plaisir de compter trois des membres de l'Académie, MM. Decaisne, Moquin-Tandon et Duchartre, ont écrit le troisième tiers, les uns contribuant pour un demi-volume et d'autres pour quelques pages seulement.

» Nous avons poursuivi notre travail jusqu'à la fin de la classe princi-

---

(1) M. Casimir de Candolle.

(2) *Prodromi historia, numeri, conclusio*, vol. XVII, p. 303.

pale, celle des Dicotylédones, arrivant ainsi à joindre l'énumération des Monocotylédones faite par Kunth. A mesure que nous avancions, les difficultés allaient en augmentant; car, d'année en année, il faut, dans un travail monographique, examiner plus d'échantillons, plus d'espèces, plus d'ouvrages, et il est nécessaire surtout de constater des caractères plus nombreux et plus minutieux auxquels on ne pensait pas autrefois. Dans les débuts de notre long travail, un botaniste actif, ayant autour de lui les livres et les plantes, pouvait décrire, selon les usages de l'époque, environ un millier d'espèces par année; aujourd'hui, avec le même degré d'activité, il ne pourrait en décrire que 300 ou 400. La direction d'une œuvre collective est aussi devenue plus difficile. En augmentant le nombre de mes collaborateurs, j'ai été obligé de m'adresser à des botanistes dont je connaissais assurément le mérite scientifique, mais qui n'étaient pas toujours dans les conditions nécessaires pour un travail rapide et complet. Je pouvais bien communiquer de riches matériaux et les notes que nous avons prises, mon père et moi, pendant soixante ans, sans aucune interruption, sur tous les livres et tous les journaux publiés en Botanique; mais il manquait souvent à nos amis la faculté de comparer les livres eux-mêmes avec les échantillons. Le nombre des villes dans lesquelles on peut écrire, sans trop de retards, une monographie botanique est bien plus limité qu'on ne le pense. Il n'y en a peut-être pas plus de huit ou dix dans le monde. Cette circonstance et plusieurs autres, qu'il est inutile de mentionner, ont entraîné pour le *Prodromus* des complications et des délais d'une gravité croissante, qui m'ont obligé, en définitive, à terminer avec la classe des Dicotylédones.

» Je ne voudrais pas énoncer une opinion sur le *Prodromus* si j'en étais le seul auteur; mais, en jetant un coup d'œil sur les volumes rédigés par des botanistes éminents, je ne puis éviter de faire allusion aux résultats principaux de cet ouvrage. Il a servi de base pour une infinité d'autres travaux, en particulier pour les flores. Il a contribué puissamment à introduire les principes de la méthode naturelle, surtout dans la division des familles, des genres et des espèces, ainsi que les vrais principes de la nomenclature, en particulier celui de la loi de priorité. Nous avons été conservateurs, quant aux notions du genre et de l'espèce, telles que Tournefort et Linné les avaient admises, et novateurs dans l'introduction de plusieurs caractères dignes d'être examinés et dans certains détails qui donnent aux descriptions plus de précision et de clarté. Le nombre des genres nouveaux et des espèces nouvelles qu'il nous a été possible de publier, grâce

aux découvertes des voyageurs, a été extraordinaire. Il s'élève à 657 genres et 11790 espèces. Le chiffre des Dicotylédones contenues dans la deuxième édition du *Species plantarum* de Linné est de 5727. Nous en avons dix fois plus dans le Prodrome, et le nombre de nos espèces nouvelles est, à lui seul, double du nombre total des espèces connues du temps de Linné. Chacun de nos volumes a ajouté, en moyenne, 25 pour 100 aux espèces qui étaient plus ou moins connues auparavant. D'un autre côté, le *Prodromus* a rejeté dans la synonymie une foule de genres proposés trop légèrement et surtout d'espèces qui ne reposaient pas sur des caractères suffisants ou qui formaient double emploi. C'est là un travail de déblaiement que les monographes seuls peuvent accomplir d'une manière uniforme et satisfaisante et, à mon avis, c'est un service essentiel qu'ils rendent à la Science.

» Le XVIIe volume se compose de plusieurs familles dont la place était naguère douteuse ou l'est encore dans l'ordre naturel, et de quelques autres qui avaient été ajournées sur la demande des auteurs. Indépendamment de divers petits groupes que j'ai décrits au commencement, je signalerai : les Phytocrénées, par M. Baillon; les Podostémacées, par M. Weddell; les Lennoacées, par le comte de Solms ; les Népenthacées et les Cytinées, par le Dr Hooker; les Balanophorées, par le Dr Eichler; les Ulmacées, par M. Planchon aîné, de Montpellier ; et les Moracées, par M. Édouard Bureau.

» Le dernier volume présente ainsi au plus haut degré le caractère cosmopolite de l'ouvrage, sur lequel j'ai insisté dans le chapitre intitulé *Prodromi historia*, etc. Puisque nous avions à parler, dans un travail purement scientifique, des plantes de toutes les régions, des récoltes faites par les voyageurs de tous les pays et d'herbiers dispersés dans plusieurs capitales, nous étions conduits tout naturellement à ne revêtir aucun caractère local ou exclusif. Nous avons employé la langue latine, si admirablement adaptée à la Botanique descriptive par Linné, et nous avons choisi nos collaborateurs dans des conditions très-variées. En fait, ils se sont trouvés appartenir à huit nationalités différentes, et étaient dispersés de Florence à Londres, et de Montpellier à Stockholm ou Saint-Pétersbourg. De là certaines difficultés d'exécution sans doute, mais aussi un accroissement général de bienveillance chez les botanistes voyageurs ou sédentaires, et surtout un gage de l'impartialité absolue qui s'impose dans toutes les sciences et dont les naturalistes sentent particulièrement la valeur. »

M. le Secrétaire perpétuel, sur l'invitation de M. le Président, adresse à M. de Candolle les remercîments de l'Académie. Elle reçoit avec reconnaissance le dernier volume de l'œuvre commencée, il y a plus d'un demi-

siècle, par son illustre père, l'un de nos Associés étrangers par le titre; mais, en réalité, par sa longue collaboration avec les anciens Membres de l'Académie, l'un de nos Confrères les plus intimes, l'un de ceux qui ont laissé parmi nous la mémoire la plus vénérée et la plus sympathique.

» Le *Prodromus* est une œuvre unique, digne de servir de modèle à toute entreprise ayant pour objet le classement des êtres et la description des espèces. Son exécution, poursuivie dans la même famille par trois générations, avec le respect de la tradition, la persévérance dans la méthode, le choix attentif des formules nouvelles et le concours dévoué de tous les talents contemporains, offre un de ces rares exemples de force morale que la Botanique semble avoir le privilége d'inspirer et qui rappelle la collaboration non interrompue des Jussieu dans la création du *Genera Plantarum*.

» Modeste témoin des grands préparatifs faits par de Candolle, qui voulait bien me permettre de travailler près de lui, dans son herbier et dans son admirable bibliothèque, il y a cinquante-quatre ans, je dois à cette circonstance, qui m'est toujours restée précieuse et chère, l'honneur que me fait M. le Président, en me chargeant d'adresser, en ce moment, à son fils, notre Confrère, pour lui-même et pour son propre fils, troisième du nom, les félicitations de l'Académie. »

M. E. Cosson fait hommage à l'Académie d'une Note sur la géographie botanique du Maroc, qu'il vient de publier dans le *Bulletin de la Société botanique de France*.

M. le Secrétaire perpétuel, en sa qualité de Président de la Commission du Phylloxera, rend compte à l'Académie de l'état des travaux de la Commission, et analyse quelques pièces reçues par elle ou par l'Académie depuis sa dernière séance :

M. *Lecoq de Boisbaudran* fait connaître le fâcheux effet produit sur les vignes qui ont été soumises, dans la Charente, à l'action du sulfure de carbone.

M. *H. Marès*, dans une longue Lettre personnelle adressée à M. le Secrétaire perpétuel, parmi d'autres observations qui feront l'objet d'un Mémoire spécial, signale, comme ayant jusqu'à présent offert les chances de succès les moins problématiques, l'emploi des fumures énergiques associé à celui des sulfures solubles. Il se dispose à essayer, avec tous les soins nécessaires, le *sulfhydrate d'ammoniaque*, recommandé par M. Dumas, comme ayant le double caractère d'un agent vénéneux pour le Phylloxera

et d'un aliment efficace pour la vigne. M. Dumas pense qu'on peut produire ce composé, soit au moyen du sulfate de soude converti en sulfure de sodium par le charbon et mêlé au sulfate d'ammoniaque, équivalent à équivalent, au moment de s'en servir, soit au moyen d'un mélange de polysulfure de calcium et de sulfate d'ammoniaque.

M. le capitaine *Bertrand*, dans une Lettre transmise par M. Peyrat, signale, comme spécialement opportune pour tous les traitements destructeurs du Phylloxera, la seconde année de son invasion. D'après l'auteur, la maladie présenterait trois périodes distinctes. La première année, malgré la présence du Phylloxera sur les racines, la vigne conserve son aspect et le mal est le plus souvent ignoré. La seconde année, les pousses et les fruits viennent comme d'ordinaire; mais, pendant les mois de juillet, août et septembre, les feuilles jaunissent subitement, et, si le raisin n'est pas mûr, il se flétrit. La troisième année, les sarments n'ont que 15 à 20 centimètres, et la petite quantité de raisin qui apparaît périt, avec la vigne, pendant l'été; le Phylloxera a d'ailleurs abandonné déjà les ceps, pour se porter sur des vignes saines : c'est donc la seconde année qu'il convient de saisir, pour attaquer et détruire l'insecte.

M. *Max. Cornu*, délégué de l'Académie, lui adresse une série d'observations relatives aux galles produites par le Phylloxera sur les vrilles et les pétioles de la vigne américaine, Clinton. On trouvera la Note plus loin.

M. *Balbiani*, délégué de l'Académie, a présenté à la Commission du Phylloxera un Mémoire très-important, qu'on trouvera plus loin aussi, sur le mode de reproduction du Phylloxera du chêne, dans lequel il assigne son rôle au Phylloxera d'automne, aptère ou ailé, et où il montre que c'est lui qui produit des individus sexués dont l'accouplement donne naissance aux femelles destinées à se multiplier ensuite, à l'infini, par la parthénogénèse.

Enfin M. *Planchon*, Correspondant de l'Académie, de retour du voyage qu'il vient d'effectuer en Amérique pour l'étude du Phylloxera, fait connaître à la Commission et à l'Académie, entre autres fruits de sa mission, trois observations importantes : 1° la certitude tout à fait acquise que le Phylloxera américain et celui qui détruit nos vignes sont absolument identiques; 2° la certitude que certaines variétés de vignes américaines résistent aux attaques du Phylloxera; 3° enfin l'existence d'un acarus qui poursuit le Phylloxera jusque dans les profondeurs du sol, qui l'attaque, s'en nourrit et le détruit. M. Planchon rapporte de nombreux spécimens de cet acarus, dont l'acclimatation pourra donner des résultats importants.

La Commission du Phylloxera n'a donc qu'à se féliciter d'avoir persévéré dans la marche logique et mesurée qu'elle avait adoptée, et d'avoir maintenu dans une direction scientifique les travaux de ses délégués, avant d'aborder les études pratiques qui l'occuperont l'année prochaine.

MÉMOIRES LUS.

NAVIGATION. — *Recherche d'une méthode facile pour mesurer la capacité des navires.* Mémoire de M. D'AVOUT. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Pâris, Jurien de la Gravière, Dupuy de Lôme.)

« La recherche du volume intérieur d'un navire, autrement dit de sa capacité, se réduit au calcul d'une intégrale triple, prise entre des limites données. Le calcul exact serait impraticable et il est nécessaire de recourir aux méthodes d'approximation; celle que nous avons employée permet de calculer cette capacité par des formules qui ne contiennent que des mesures faciles à prendre, même sur des navires chargés.

» Nous appellerons *axe du navire* la droite menée sur le pont de l'avant à l'arrière et partageant le navire en deux parties égales et symétriques. Par cet axe, concevons un plan normal à la surface du pont; l'intersection de ce plan avec la surface intérieure sera dite *ligne de fond*. Cette ligne sera composée de deux parties courbes à l'avant et à l'arrière et séparées par une partie droite à la carlingue. Nous supposerons la surface intérieure du navire décrite par une courbe plane, qui se meut dans un plan perpendiculaire à l'axe, en s'appuyant à la fois sur la ligne de fond et sur la trace des bastingages sur le pont, et en changeant de grandeur sans changer d'espèce. Le navire étant divisé en deux parties égales par un plan vertical mené par l'axe, nous considérerons seulement la partie antérieure, dont le volume devra conséquemment être doublé.

» Pour simplifier, nous désignerons par A l'extrémité de l'axe à l'avant, par B son extrémité à l'arrière; nous concevrons, par les deux extrémités de la carlingue, deux verticales qui rencontreront l'axe en O_1 du côté de l'avant, et en O' du côté de l'arrière. Le point O désignera le point de l'axe qui répond à la plus grande largeur du navire ou à son maître couple. Cela posé, par les points O_1, O, O' nous mènerons trois plans perpendiculaires à l'axe, qui diviseront le volume en trois parties : v sera le volume vers l'avant; V le volume de O_1 en O; V' le volume de O en O';

v' le volume de O' en B. Si C désigne la capacité totale, nous aurons

$$C = 2(v + V + V' + v').$$

» Nous aurons à considérer trois genres de courbes : 1° la courbe intersection de la surface du navire par un plan perpendiculaire à l'axe ; 2° les deux parties de la ligne de fond vers l'avant et vers l'arrière ; 3° la courbe trace des bastingages sur le pont.

Premier genre de courbe. — Menons, par un point quelconque de l'axe, un plan perpendiculaire à cet axe ; ce point sera le centre des coordonnées de la courbe obtenue ; ces coordonnées seront y' dans le sens horizontal et z' dans le sens vertical ; y sera la demi-largeur du navire sur le pont et z le creux du navire répondant au point de l'axe considéré.

» Nous prenons, pour l'équation de la courbe,

$$y' = y e^{pz'} \cos \frac{\pi z'}{2z};$$

p est un paramètre qui se déterminera de la manière suivante :

» Les courbes que nous considérons ont, en général, à une certaine distance, sous le pont, un renflement qui répond à un maximum de y' ; soit z'_1 l'autre coordonnée répondant à ce maximum ; nous supposerons, pour toutes les sections d'un même navire, le rapport $\frac{z}{z'_1}$ constant et nous le désignerons par m ; ce nombre sera donc donné pour chaque navire. Cette hypothèse se rapproche de la réalité ; en effet, d'abord elle est exacte pour toute la partie du navire répondant à la carlingue et l'on conçoit que, pour l'avant et l'arrière, le renflement du navire, devant se rapprocher du pont z'_1 diminuera avec z.

» L'équation $\frac{dy'}{dz'} = 0$ donne

$$p \cos \frac{\pi z'_1}{2z} = \frac{\pi}{2z} \sin \frac{\pi z'_1}{2z} = \frac{\pi}{2z} \sin \frac{\pi}{2m},$$

d'où

$$pz = \frac{\pi}{2} \operatorname{tang} \frac{\pi}{2m};$$

le rapport pz sera donc constant pour toutes les sections du navire.

» Soit s l'aire de la section considérée ; nous aurons

$$s = \int_0^z y' dx' = y \int_0^z e^{pz'} \cos \frac{\pi z'}{2x} dz',$$

d'où, par les formules connues,

$$s = 2\omega y z,$$

en faisant

$$\omega = \frac{e^{\frac{k}{2}}\pi - k}{\pi^2 + k^2}, \quad \text{où} \quad k = 2\pi z.$$

» Nous en déduirons, pour le volume compris entre deux sections dont l'une est prise pour plan des coordonnées y et z, et l'autre est située à une distance a de la première section, l'axe du navire étant l'axe des x, l'équation suivante :

$$v = 2\omega \int_0^a yz\,dx,$$

où il restera à mettre pour z et y leurs expressions en x.

» Nous avons été conduit à donner à z l'expression suivante, pour la partie comprise entre O_1 et A :

$$z = h \cos \frac{\pi x}{2a} + cx^2 + bx^3;$$

a est la longueur O_1A; c et b sont deux constantes à déterminer. Pour $x = 0$, on a $z = h$, h étant le creux du navire; pour $x = a$, on a $z = 0$, d'où $c + ab = 0$, et conséquemment $z = h \cos \frac{\pi x}{2a} + cx^2\left(1 - \frac{x}{a}\right)$; $\frac{dz}{dx}$ doit être négatif pour les valeurs de x, de $x = 0$ à $x = a$; on en conclut $c < \frac{\pi^2 h}{8a^2}$, et, en prenant c égal à cette limite, on aura

$$z = h\left[\cos \frac{\pi x}{2a} + \frac{\pi^2 x^2}{8a^2}\left(1 - \frac{x}{a}\right)\right].$$

» Pour la ligne de fond de O_1 à O' on a $z = h$.

» Pour la partie de cette ligne de O' à B, nous prenons O' pour centre des coordonnées, et nous faisons

$$z = h\left(\sqrt{1 - \frac{x^2}{a'^2}} + \frac{c'}{h}\frac{x^2}{a'^2}\cos\frac{\pi x}{2a'}\right);$$

pour $x = 0$, on a $z = h$, $\frac{dz}{dx} = 0$; pour $x = a' = \text{O'B}$, on aura $z = 0$, $\frac{dz}{dx} = \infty$; $\frac{dz}{dx}$ doit être négatif pour les valeurs de x, de $x = 0$ à $x = a'$, ce qui donne, pour limite de c', $\frac{h}{2}$; en faisant donc $c' = \frac{h}{2}$, on aura

$$z = h\left(\sqrt{1 - \frac{x^2}{a'^2}} + \frac{x^2}{2a'^2}\cos\frac{\pi x}{2a'}\right).$$

» *Courbe des bastingages sur le pont.* — y est l'ordonnée et x l'abscisse.

» De O_1 à A, on prend O_1 pour centre des coordonnées, et l'on fait

$$y = \lambda\left(1 - \mu\frac{x^2}{a^2} + n\frac{x^3}{a^3}\right);$$

λ étant la demi-largeur en O_1, on a, pour $x = 0$, $y = \lambda$; pour $x = a$, on a $y = 0$, d'où $\mu - n = 1$; en faisant $\mu = \frac{D+1}{D}$, $n = \frac{1}{D}$, on aura

$$y = \lambda\left(1 - \frac{D+1}{D}\frac{x^2}{a^2} + \frac{1}{D}\frac{x^3}{a^3}\right);$$

on détermine D en mesurant y_1 qui répond à $x = \frac{a}{2}$; on a $D = \frac{\lambda}{6\lambda - 8y_1}$; $y_1 = \frac{3}{4}\lambda$ donne D infini. D sera d'autant plus grand que les formes du navire seront plus renflées et d'autant plus petit que ces formes seront plus fines. En prenant $D = 10$, ce qui conviendra généralement, on aura

$$y = \lambda\left(1 - 1,1\frac{x^2}{a^2} + 0,1\frac{x^3}{a^3}\right).$$

» De O_1 à O' on considère la courbe des bastingages comme deux arcs de paraboles ayant leur sommet en O; et, en prenant ce point pour centre des coordonnées, les équations de ces arcs de parabole seront

$$y = l - \frac{x^2}{A^2}(l - \lambda),$$
$$y = l - \frac{x^2}{A'^2}(l - \lambda'),$$

étant la demi-largeur en O, λ celle en O_1, λ' celle en O'; A étant la distance OO_1 et A' la distance O'O.

» De O' en B, pour les navires à arrière rond, nous ferons

$$y = \lambda'\left(\sqrt{1 - \frac{x^2}{a'^2}} + \frac{b'}{\lambda'}\frac{x^2}{a'^2}\cos\frac{\pi x}{2a'}\right).$$

Cette courbe sera normale en B à l'axe du navire; b' se déterminera par la mesure de y'_1 répondant à $x = \frac{a'}{2}$, et l'on aura $b' = 4\sqrt{2}\left(y'_1 - \frac{\lambda'}{2}\sqrt{3}\right)$; on aura, pour $x = 0$, $y = \lambda'$; pour $x = a'$, $y = 0$.

» Nous avons maintenant les expressions de z et y en x, et il restera à effectuer les intégrations indiquées par les formules suivantes :

$$v = 2\omega\int_0^a zy\,dx = 2\omega h\lambda\int_0^a\left[\cos\frac{\pi x}{2a} + \frac{\pi^2 x^2}{8a^2}\left(1 - \frac{x}{a}\right)\left(1 - \mu\frac{x^2}{a^2} + n\frac{x^3}{a^3}\right)\right]dx,$$

$$V + V' = 2\omega h\left\{\int_0^A\left[l - \frac{x^2}{A^2}(l-\lambda)\right]dx + \int_0^{A'}\left[l - \frac{x^2}{A'^2}(l-\lambda')\right]dx\right\},$$

$$v' = 2\omega h\lambda'\int_0^{a'}\left(\sqrt{1 - \frac{x^2}{a'^2}} + \frac{c}{h}\frac{x^2}{a'^2}\cos\frac{\pi x}{2a'}\right)\left(\sqrt{1 - \frac{x^2}{a'^2}} + \frac{b'}{\lambda'}\frac{x^2}{a'^2}\cos\frac{\pi x}{3a'}\right)dx.$$

» Développant et effectuant les intégrations dans les limites indiquées, on trouve

$$v = 2\omega h\lambda a(0{,}74 - \mu.0{,}162 + n.0{,}104),$$

où $\mu = n + 1$ (*);

$$V + V' = \tfrac{2}{3}\omega h[2l(A + A') + \lambda A + \lambda' A'];$$

$$v' = \omega\lambda' h a'[1{,}333 + \beta\gamma.0{,}04 + (\beta + \gamma)0{,}042],$$

où $\frac{c'}{h} = \gamma$, $\frac{b'}{\lambda'} = \beta$, et l'on aura

$$C = 2(v + V + V' + v')$$

pour le volume total intérieur du navire.

» *Calcul du volume v' de l'arrière, pour les navires à arrière carré.* — Dans ces navires, l'arrière est terminé par un plan à très-peu près perpendiculaire à l'axe. Soit O_1 l'extrémité de cet axe et soit $O'O_1 = a_1$; soient aussi λ_1 la demi-largeur et h_1 le creux du navire à l'arrière, h étant toujours le creux à la carlingue.

» Les lignes de fond et des bastingages ont ici des expressions différentes : pour la ligne de fond, nous ferons $z = h \cos\frac{\pi x}{2\alpha}$; pour $x = 0$, $z = h$; pour $z = 0$, $x = \alpha$; α est donc la distance de O' au point de rencontre des prolongements de l'axe et de la ligne de fond, et nous aurons

$$\alpha = \frac{\pi a_1}{2 \operatorname{arc}\left(\cos = \frac{h_1}{h}\right)}.$$

Nous considérerons la ligne des bastingages comme le prolongement de l'arc de parabole répondant à OO_1, et, posant $y = \lambda' - px - qx^2$, nous aurons, pour $x = 0$, $y = \lambda'$; pour $x = a_1$, $y = \lambda_1$, et pour $x = -A'$, $y = l$; nous en déduirons

$$p = \frac{\lambda'(A' - a_1)}{a_1 A'} + \frac{l a_1^2 - \lambda_1 A'^2}{a_1 A'(a_1 + A')} \quad \text{et} \quad q = \frac{(\lambda' - \lambda_1)A' - (l - \lambda')a_1}{a_1 A'(a_1 + A')}.$$

» Ces valeurs se simplifieront en prenant, au lieu de O qui répond au maître couple, un point H, tel que $O'H = O_1O'$, ce qui permettra de supposer $A' = a_1$, d'où, l désignant alors la largeur mesurée en H,

$$p = \frac{l - \lambda_1}{2a_1}, \quad q = \frac{2\lambda' - l - \lambda_1}{2a_1^2}.$$

(*) Pour cette valeur de μ, on a

$$v = 2\omega h\lambda a(0{,}578 - n.0{,}058) \quad \text{et} \quad n = 6 - 8\frac{y_1}{\lambda},$$

y_1 étant la demi-largeur qui répond à $x = \frac{a}{2}$.

On trouvera ensuite pour v', en faisant $h_1 = \frac{h}{n}$,

$$v' = \frac{4\omega\alpha}{\pi}\left\{h\sqrt{1-\frac{1}{n^2}}\left[\lambda_1 + \frac{8\alpha^2(2\lambda'-l-\lambda_1)}{2\pi^2 a_1^2}\right] - \alpha\frac{h}{\pi a_1}\left[4\lambda'\frac{1}{n} - \lambda_1\left(\frac{3}{n}-1\right) - l\left(1+\frac{1}{n}\right)\right]\right\}.$$

Faisons $\varpi = \dfrac{\pi}{2\,\text{arc}\left(\cos = \frac{1}{n}\right)}$; ϖ dépendra seulement de $n = \frac{h}{h_1}$.

» En faisant

$$B = \frac{4\varpi}{\pi}\left[\sqrt{1-\frac{1}{n^2}}\left(1 - \frac{4\varpi^2}{\pi^2}\right) + \frac{\varpi}{\pi}\left(\frac{3}{n} - 1\right)\right],$$

$$B_1 = \left(\frac{4\varpi}{\pi}\right)^2\left(2\frac{\varpi}{\pi}\sqrt{1-\frac{1}{n^2}} - \frac{1}{n}\right),$$

$$B_2 = \frac{4\varpi^2}{\pi^2}\left(1 + \frac{1}{n} - \frac{4\varpi}{n}\sqrt{1-\frac{1}{n^2}}\right),$$

on obtient la formule simple

$$v' = \omega a_1 h(B\lambda_1 + B_1\lambda' + B_2 l).$$

» Nous avons calculé la table suivante des valeurs de B, B_1 et B_2 pour les valeurs de $\frac{1}{n} = \frac{h_1}{h}$, depuis 0,70 jusqu'à 0,40:

Valeurs de $\frac{1}{n}$.	0,70.	0,65.	0,60.	0,55.	0,50.	0,45.	0,40.
B......	+0,697	+0,669	+0,647	+0,620	+0,594	+0,580	+0,554
B_1......	+1,252	+1,241	+1,223	+1,208	+1,193	+1,178	+1,164
B_2......	−0,152	−0,150	−0,147	−0,143	−0,140	−0,138	−0,135

Table donnant ω *en fonction de* m.

Valeurs de m.	$m = 2$.	$m = 3$.	$m = 4$.	$m = 5$.	$m = 6$.	$m = \infty$.
ω......	0,607	0,452	0,408	0,392	0,372	0,318
$l\omega$.....	9,78286	9,65559	9,61098	9,59362	9,57101	9,50243

» Nos formules, appliquées à la corvette de l'État *l'Eurydice*, dont les mesures n'ont pas été données complétement, ce qui nous a forcé de prendre arbitrairement le nombre m, nous ont donné le résultat suivant :

Données : $h = 7^m,30$; $l = 5^m,20$; $A = 10^m,30$; $A' = 13^m,20$; $a = 7^m,8$;
$a_1 = 11^m$; $h_1 = 4^m$; $\lambda = 4,9 = \lambda'$; $l = 5^m,20$; $\lambda_1 = 3,5$;

le tonnage était 2077 mètres cubes. Le navire est à arrière carré; en prenant $m = 4$, nous trouvons C = 2168 mètres cubes; différence, + 91 mètres cubes; en prenant $m = 5$, nous trouvons C = 2058 mètres cubes; différence, − 19 mètres cubes. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ZOOLOGIE. — *Note additionnelle à la monographie des Poissons de la famille des Symbranchidés;* par M. C. Dareste.

(Renvoi à la Section d'Anatomie et Zoologie.)

« J'ai signalé, dans mon travail sur les *Symbranchidés*, ce fait singulier que les Monoptères ont le troisième arc branchial tantôt pourvu, tantôt dégarni de lamelles branchiales. J'ai constaté, depuis la rédaction de ce travail, un fait plus curieux encore, c'est l'absence complète de lamelles branchiales sur les trois arcs branchiaux de trois individus de la même espèce. Ces arcs branchiaux sont simplement revêtus par une membrane assez épaisse, et présentant un rebord légèrement dentelé. Évidemment, avec un semblable appareil respiratoire, la respiration doit être fort peu intense. Ces trois individus avaient été rapportés de Siam par M. Bocourt. Je me suis donc adressé à M. Bocourt pour lui demander quelques renseignements sur le genre de vie de ces animaux, pensant qu'il pourrait peut-être rendre compte d'un fait si extraordinaire. Je transcris textuellement la réponse de M. Bocourt.

« Voici la Note relative au *Monopterus javanicus*, rapporté par moi en 1861 d'Ajuthia, ancienne capitale du royaume de Siam, située environ à une trentaine de lieues de la côte.

» En juin, dans une excursion faite avec le P. Larnaudie, missionnaire à Siam, nous vîmes, dans une vaste plaine où nous nous trouvions en chasse, un Indien enfoncer perpendiculairement en terre une longue tringle en fer. Mon compagnon de voyage excita vivement ma curiosité en m'apprenant que nous allions assister, en pleine terre, à une pêche particulière.

» En effet, après plusieurs essais, l'Indien se rendit maître, à trois fois différentes, d'un Monoptère accroché à l'extrémité de cette tringle qui avait la forme d'un harpon. Les animaux ainsi harponnés étaient vivants; mais ils paraissaient être engourdis et n'avaient que des mouvements très-lents.

» L'arme qui sert à cette pêche ou à cette chasse ressemble à une sonde à perforer; elle peut s'assembler en deux ou trois parties, selon la profondeur que l'on veut atteindre.

» Siam reste environ quatre mois inondé. Cette pêche se fait dans les terrains à surface un peu concave; l'eau pouvant séjourner un peu plus longtemps dans ces lieux y forme des mares plus ou moins profondes; mais, dans la grande sécheresse, les anguilles qui y vivent s'enfoncent en terre et restent probablement engourdies jusqu'à l'inondation suivante, qui commence ordinairement à se faire sentir vers novembre.

» Les terrains sont argileux; j'ai vu des tranchées de 4 mètres de profondeur dont le sol offrait l'homogénéité la plus complète. »

» Ces détails ne peuvent laisser de doute. Ainsi les Monoptères de la rivière de Siam, le Mé-Nan, pénètrent dans l'intérieur des terres avec l'inondation périodique qui commence au mois de novembre et, lorsque l'inondation se retire, elle laisse après elle des mares dans lesquelles les Monoptères séjournent en grand nombre.

» Plus tard, lorsque arrive la saison de la sécheresse, les Monoptères s'enfoncent dans la terre, et y attendent l'inondation suivante, ayant souvent au-dessus d'eux une couche épaisse de vase solidifiée. Dans ces conditions leurs propriétés vitales doivent être considérablement amoindries. On est donc tout naturellement conduit à se demander si la respiration cutanée n'est pas alors suffisante pour répondre aux besoins d'une vie beaucoup moins active, et si le ralentissement, peut-être même la suspension de la respiration branchiale, n'aurait pas pour conséquence la flétrissure et l'atrophie des lamelles branchiales. Je ne puis, pour le moment, que signaler cette question aux naturalistes et aux physiologistes, en leur rappelant d'ailleurs le fait que j'ai indiqué dans la dernière séance, de l'existence des lamelles branchiales chez les Monoptères rapportés du Yang-Tse-Kiang par MM. Dabry et Simon.

» Le *Cuchia* présente probablement un fait analogue. Cet animal, pourvu d'ailleurs de sacs respiratoires aériens, n'a que deux branchies. La première porte seule des lamelles respiratoires, tandis que la seconde est simplement revêtue d'une membrane à bord dentelé comparable à celle que je viens d'indiquer chez le Monoptère. Taylor a déjà signalé cette particularité, dont j'ai constaté l'existence sur un certain nombre d'individus. Or le *Cuchia* a un genre de vie tout à fait comparable à celui du Monoptère; comme le Monoptère, il est entraîné par l'inondation du Gange et du Brahmapoutra, et il est souvent exposé à séjourner dans les mares que l'inondation laisse après elle, puis dans la vase plus ou moins desséchée qui succède à ces mares. Ne peut-il se faire que les branchies des *Cuchia* pêchés en rivière soient complétement garnies de lamelles branchiales, comme celles des Monoptères du Yang-Tse-Kiang? »

VITICULTURE. — *Sur la production des galles dans les vignes attaquées par le Phylloxera*. Note de M. **Max. Cornu**, délégué de l'Académie.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Les galles déterminées par le Phylloxera sont rares, même sur les feuilles des cépages américains, où elles sont pourtant relativement beaucoup

plus communes ; l'insecte paraît peu friand de la nourriture que lui offrent les feuilles.

» Ces productions sont encore plus rares sur les autres organes aériens de la vigne, et quoiqu'elles paraissent se rencontrer assez souvent en Amérique, il ne paraît pas qu'elles soient très-fréquentes en France ; j'ai eu la bonne fortune de pouvoir observer, chez M. Laliman, une sommité de Clinton (*Vitis riparia*), dans ces conditions ; c'est le seul exemplaire rencontré cette année : il n'y en avait pas eu l'an dernier. M. Laliman a bien voulu m'abandonner ce rameau unique, pour que je pusse l'examiner à loisir et en faire une étude qui trouve sa place dans la revue générale des altérations produites par le Phylloxera.

» MM. Planchon et Lichtenstein, dans un Mémoire (1) très-important au point de vue des recherches bibliographiques, donnent une figure d'un fragment de pampre chargé de galles ; mais le tirage en couleur de la planche laisse tant à désirer que plusieurs détails passent entièrement inaperçus ; c'est ainsi que les rares galles développées sur la tige (trois galles) et sur une vrille (une seule galle) sont tout à fait méconnaissables ; leur présence à cette place n'est même pas mentionnée dans le texte. L'échantillon que j'ai eu à ma disposition, et dont j'ai fait un dessin colorié, présentait onze galles sur quatre entre-nœuds de tige, quarante-quatre galles sur cinq vrilles ; il présentait en outre sept galles sur les pédoncules de quatre des feuilles, qui elles-mêmes en étaient chargées d'un très-grand nombre.

» D'après Riley, cité par MM. Planchon et Lichtenstein, ces galles seraient intermédiaires entre les galles des feuilles et les renflements des racines (galles des racines). Je reviendrai ultérieurement sur les renflements des radicelles, qui diffèrent, à plus d'un titre, des renflements produits sur les racines un peu plus grosses. L'affirmation de M. Riley sera alors examinée et discutée.

» La galle produite par le Phylloxera sur les tiges, les vrilles ou les pétioles des feuilles, affecte la forme d'une verrue creusée à son sommet et présentant une ouverture allongée. C'est parfois encore une sorte de fente dont les bords parallèles et la direction longitudinale de l'organe sont renflés et surélevés. Cette fente est, suivant les cas, plus ou moins béante ; elle est

---

(1) *Le Phylloxera, faits acquis et revue bibliographique* (1868-1870). *Congrès scientifique de France, XXXVe session à Montpellier. Extrait des Actes du Congrès.* Montpellier, imprimerie Jean Martel aîné, 1872.

toujours garnie de poils nombreux. On aperçoit, dans l'intérieur de la cavité, un Phylloxera très-large, ramassé sur lui-même en forme de tortue et entouré d'œufs. Le nombre des œufs est parfois supérieur à la quantité que peut contenir la logette; les nouveaux venus chassent alors les anciens vers l'extérieur, jusque par-dessus les bords de la galle. J'ai pu voir ainsi à l'ouverture des paquets d'œufs bruns et vraisemblablement sur le point d'éclore, d'autres d'un jaune soufre très-vif et plusieurs qui se tenaient à l'ouverture réunis par une adhérence mutuelle et retenus par les poils marginaux.

» La tige ou les pédoncules n'étaient pas modifiés dans leur forme par la présence des galles. Il en était de même pour les vrilles quand les galles étaient situées à la base, au point où ces vrilles étaient le plus larges et le plus lignifiées, si je puis ainsi m'exprimer; au delà du point où elles se ramifient, à l'endroit où elles deviennent plus grêles et moins rigides, la galle a déterminé, outre la dilatation des bords de la fente, une courbure toute locale de la vrille, courbure qui fait infléchir le reste de l'organe. Aux endroits où plusieurs galles sont nées, à la même hauteur, mais de côtés différents, la courbure s'exagère encore; elle se joint à la tendance naturelle des vrilles à s'enrouler et produit des effets particuliers de torsion.

» Aux dépens de quelle partie anatomique du tissu prolifié la galle se forme-t-elle? En laissant de côté les feuilles, dont il sera question dans une autre Note, on peut dire que, chez les autres organes aériens, tige, vrille, pédoncule, la galle est formée uniquement aux dépens du tissu cortical; ce n'est même pas l'écorce tout entière qui prend part à cette formation : c'est uniquement le tissu cellulaire, le parenchyme cortical situé entre l'épiderme et les faisceaux des fibres libériennes.

» En faisant une coupe transversale d'une vrille de Clinton, qui est colorée en vert et en rouge avec tous les tons intermédiaires, on observe à l'extérieur un épiderme dont les cellules sont incolores et dont la paroi externe est munie de stries particulières. Ensuite vient un petit nombre de rangées de cellules contenant un liquide rouge ou de la chlorophylle, puis une série d'îlots de collenchyme (cellules épaissies aux points où elles se touchent trois par trois, les parois communes restant minces). Au milieu de la couche, on voit une moelle bien caractérisée et large, formée de cellules à coupe transversale hexagonale, plus étroite à la périphérie qu'au centre; quelques-unes sont remplies d'un liquide rouge ou de chlorophylle en globules peu abondants; ces deux substances peuvent même occuper simultanément la même cellule. Entre les éléments décrits plus

haut de la moelle se trouve une série de faisceaux libéro-ligneux en forme de coin, dont la pointe est tournée vers le centre. A l'extérieur se trouve un faisceau de fibres du liber arrondi; à l'intérieur un faisceau fibrovasculaire en forme de triangle, dont les vaisseaux sont de plus en plus étroits à mesure qu'ils s'avancent vers le centre; entre les deux se trouve une zone génératrice de peu d'importance. Ces faisceaux ligneux sont tantôt séparés par de courts rayons médullaires, tantôt très-rapprochés, de façon à former un cylindre presque continu.

» Le contour de la coupe d'une vrille en un point sain est un cercle parfait ou une ligne un peu ondulée se rapprochant d'un cercle. Si l'on fait une coupe transversale d'une galle, on voit que le tissu nouveau résulte de l'hypertrophie d'une portion seulement de l'écorce, que les faisceaux de fibres libériennes et le cylindre ligneux ne sont pas déformés et qu'ils sont restés non altérés. Les bords de la fente ont grossièrement la forme d'un V, dont la partie inférieure et moyenne serait dilatée au point de dépasser même le diamètre de la vrille.

» Des poils longs et cloisonnés garnissent l'intérieur et surtout les bords de la fente; ils sont formés par l'allongement d'une cellule de l'épiderme qui revêt toute la formation nouvelle, aussi bien à l'extérieur qu'à l'intérieur. Au-dessous de l'épiderme, sur les parties latérales, on rencontre un grand nombre de cellules colorées en rouge plus ou moins vif. Le collenchyme a perdu son aspect ordinaire; il s'est modifié et est remplacé par des cellules diversement allongées et peu régulières. Le plancher de la galle offre quelques cellules mortes et brunies; au-dessous se trouve une zone où les cellules sont remplies d'amidon : c'est le seul endroit où l'on en rencontre, *toutes les autres parties en sont dépourvues*.

» A quoi attribuer cette accumulation toute spéciale à l'endroit où se tient l'insecte ? Nous la retrouvons chez les galles des feuilles et sur les renflements des radicelles. Constatons que sur les radicelles, comme ici, au point où est fixé le Phylloxera, correspond une dépression. Elle provient, non pas de ce que le tissu s'est creusé sous l'influence du parasite, mais de ce qu'il s'est accru tout autour d'un corps étranger.

» Devrait-on admettre que la plante envoie indistinctement les éléments nutritifs à toutes les cellules, au niveau du point perforé; que les cellules, suivant leur position, se comportent différemment, les unes dépensant cette substance nutritive pour s'accroître et se segmenter, les autres ne la dépensant pas et la mettant en réserve, sous forme d'amidon? Cette explication peut donner lieu à des objections et je la laisse pour ce qu'elle vaut.

» La constitution de la tige est la même, à de très-faibles différences près, que celle de la vrille; les galles sont entièrement pareilles à celles des vrilles : elles sont seulement plus volumineuses, en général.

» Dans les pédoncules des feuilles, les faisceaux affectent une disposition différente de celle des tiges. Ils sont répartis suivant une ellipse un peu déprimée d'un côté et de ce côté se trouvent deux faisceaux libéro-ligneux, en dehors du premier contour, faisceaux correspondant aux deux côtés qui forment un sillon, à la face supérieure du pédoncule. C'est à cette face, qui correspond à la face supérieure de la feuille, que se sont uniquement (comme sur la feuille) fixés les Phylloxeras. Les galles sont formées aux dépens du tissu qui correspond au parenchyme cortical. Quelquefois le faisceau libéro-ligneux extérieur le plus rapproché était un peu dévié de sa position; mais il n'y avait, comme dans les cas précédents, aucune perturbation dans la forme du cylindre central.

» Il y a cependant des cas où, sur une vrille, l'altération gagne le cylindre central; c'est lorsque deux insectes se sont établis sur deux points voisins l'un de l'autre; les galles ainsi formées, et qui sont plus ou moins confluentes, déterminent des tiraillements, qui ont pour effet de modifier la forme générale de la vrille et la régularité du contour de la coupe. On obtient aussi des sections très-variables; mais le changement produit dans le cylindre ligneux paraît être une inflexion des faisceaux plutôt qu'une prolifération des anciens éléments; les plus voisins deviennent obliques, au lieu de conserver leur direction normale.

» Quand le cylindre central est entamé et ouvert, les cellules de la moelle s'allongent du côté de la galle; au lieu de conserver leur forme hexagonale, elles deviennent irrégulièrement rectangulaires et peuvent renfermer, au point le plus rapproché du parasite, quelques globules d'amidon. La structure ordinaire de la vrille est entièrement changée du côté correspondant à la double galle; mais c'est un cas tout particulier.

» En résumé, nous voyons que, sur les tiges, les vrilles et les pétioles des feuilles, les points hypertrophiés, sous l'action d'un insecte unique, sont situés au-dessous de l'épiderme dans le parenchyme cortical; notons que l'hypertrophie se développe, non pas dans les cellules, qui sont directement en contact avec l'insecte et son suçoir, ou dans le prolongement de celui-ci, mais que ce sont les parties voisines situées latéralement. Nous retrouvons un fait analogue dans les renflements produits sur les extrémités des radicelles, mais avec quelques différences. »

ENTOMOLOGIE. — *Sur la reproduction du Phylloxera du chêne* (suite). Note de M. **Balbiani** (délégué de l'Académie), présentée par M. Milne Edwards.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Si je ne suis arrivé à aucune conclusion certaine quant à l'endroit où les femelles ailées vont déposer leurs œufs (*voir* le *Compte rendu* de la dernière séance), j'ai été plus heureux relativement à la détermination de la nature des individus qui naissent de ces œufs. L'espèce de contradiction que paraît renfermer la phrase précédente s'explique par cette circonstance que ces insectes pondent très-facilement en captivité et que leurs œufs s'y développent et éclosent aussi très-bien.

» Rien de plus simple d'ailleurs que le procédé à l'aide duquel on peut se procurer de ces œufs en abondance. Le 12 septembre dernier, je récoltai au dehors une vingtaine de femelles ailées et les plaçai sur une feuille de chêne bien fraîche et verte, après m'être préalablement assuré qu'il ne s'y trouvait aucun autre animal de même espèce, larve ou nymphe. Cette feuille fut introduite ensuite dans un flacon à large ouverture, qu'on ferma à l'aide d'un bouchon, tant pour empêcher les insectes de sortir que pour prévenir la dessiccation trop rapide de la feuille. Au moment où cette petite opération fut faite, nos animaux n'avaient pas tardé à enfoncer leur rostre dans le point de la feuille où ils avaient été déposés, et s'y tinrent dans un repos complet. Mais, dès le lendemain, un certain nombre d'entre eux avaient abandonné leur place et parcouraient avec une sorte d'inquiétude la surface de la feuille en déposant isolément çà et là un œuf. D'autres, après avoir erré de même quelque temps, s'arrêtèrent plus ou moins loin de l'endroit d'où ils étaient partis et pondirent tous leurs œufs en un seul tas, auprès duquel on trouva plus tard la femelle morte et desséchée. Plusieurs enfin avaient abandonné la feuille et se promenaient sur les parois du flacon, où ils déposèrent leurs œufs de la manière indiquée pour les individus précédents, c'est-à-dire, soit isolément, soit en un seul groupe. Les deux jours suivants, toutes les femelles avaient ainsi successivement pondu, et quelques jours plus tard elles étaient toutes mortes.

» Les groupes d'œufs étaient généralement composés de cinq à huit de ces corps, nombres correspondant à ceux des œufs que l'on rencontre communément à l'état de maturité dans l'intérieur des femelles ailées avant qu'elles aient commencé à pondre (1). Malgré leur captivité, qui les empê-

(1) Chez le Phylloxera du chêne, le nombre des cœcums ovigères que l'on rencontre dans

chait d'obéir à leurs instincts naturels, nos insectes ne s'en étaient pas moins débarrassés de la totalité de leurs œufs mûrs, comme ils font à l'état de liberté; chez un petit nombre seulement on en trouva un ou deux qui étaient restés dans le corps de la mère.

» En examinant de plus près ces œufs, soit à la loupe ou même à l'œil nu, je fus bientôt frappé d'une circonstance singulière, bien évidente surtout chez ceux qui avaient été pondus en un seul groupe et provenaient par conséquent d'une même femelle. Je veux parler de l'inégalité très-sensible de taille que ces corps présentaient entre eux, bien qu'ils se ressemblassent tous par leur forme presque régulièrement ovalaire, et que, sous ce rapport, il n'y eût pas non plus de différence entre eux et les œufs pondus par les individus aptères des précédentes générations; mais, tandis que chez ceux-ci on ne remarque d'un œuf à l'autre que des variations de taille insignifiantes, on peut, au contraire, nettement distinguer parmi les œufs pondus par les femelles ailées deux catégories bien tranchées, l'une formée d'œufs plus petits, l'autre d'œufs plus grands, ainsi que cela résulte des mesures suivantes : grands œufs, diamètre longitudinal $0^{mm},38$, diamètre transversal $0^{mm},19$; petits œufs : grand diamètre $0^{mm},29$, petit diamètre $0^{mm},15$.

» Les œufs pondus par nos femelles captives ne tardèrent pas à présenter un commencement de développement embryonnaire, et lorsque, au bout de quelques jours, un embryon bien reconnaissable eut apparu dans leur intérieur, à la différence primitive qu'ils présentaient sous le rapport de la taille se joignit une différence non moins prononcée dans le mode de coloration ; les petits œufs prirent une teinte brun rougeâtre, tandis que les plus grands offraient une couleur jaune pâle. Cette variation dans l'aspect extérieur se maintint pendant tout le reste du développement, lequel se prolongea jusque vers le douzième ou treizième jour qui suivit la ponte et où eurent lieu les premières éclosions.

---

chaque côté du corps varie de deux au moins à six au plus; le plus ordinairement, il est de trois à cinq chez les individus aptères aussi bien que chez les ailés. Chacun de ces tubes renfermant, à l'âge de la reproduction, deux, trois, et même quatre œufs très-inégalement développés, et qui n'arrivent que successivement à maturité, il s'ensuit qu'il faut un temps assez long pour que tous les œufs renfermés dans une même femelle puissent être évacués par la ponte. Cette condition ne se réalise que pour les femelles aptères, lesquelles non-seulement commencent à se reproduire plus tôt, mais ont en outre une existence plus longue que les femelles ailées, chez lesquelles la ponte ne commence qu'après leur transformation en insectes parfaits et qui ne vivent que peu de jours. On s'explique, par ces différences, pourquoi les premières sont si fécondes, tandis que les dernières n'ont qu'une postérité très-limitée.

» Les jeunes individus de cette nouvelle génération du *Phylloxera quercûs* présentent entre eux les mêmes différences qui viennent d'être signalées pour les œufs dont ils sont issus, c'est-à-dire qu'il y en a de petits et rougeâtres et de plus grands et jaunâtres; mais laissons, pour le moment, de côté ces nouveaux représentants de l'espèce, sur lesquels nous reviendrons bientôt plus amplement, et disons seulement, par anticipation, qu'ils forment la génération sexuée dioïque du *Phylloxera quercûs;* que les petits individus sont les mâles et les individus plus grands les véritables femelles de l'espèce.

» Retournons maintenant aux dernières larves de l'année, c'est-à-dire celles qui ne se sont pas transformées en insectes parfaits et ailés, alors qu'un grand nombre d'individus de la même génération ont subi cette métamorphose, et suivons-les dans leur destinée ultérieure comme nous venons de le faire pour ces derniers.

» On remarque d'abord que ces larves arrivent à leur accroissement complet sans pondre à la surface des feuilles, ainsi que le faisaient leurs devancières. L'étude anatomique de leur appareil génital donne facilement la raison de cette anomalie, en montrant que les œufs subissent chez elles une évolution plus lente que chez les mères pondeuses des précédentes générations, et qu'ils n'atteignent leur maturité que lorsque la larve elle-même est arrivée à sa pleine croissance. Lorsque ce dernier moment est venu, ces individus abandonnent successivement les feuilles et descendent sur les branches, le long desquelles on les voit cheminer isolément ou par troupeaux plus ou moins nombreux.

» La dessiccation prématurée des feuilles, soit par suite des conditions naturelles de la végétation, soit sur les branches détachées de l'arbre, en leur soustrayant leur nourriture, hâte le moment de leur départ, et l'on voit alors des individus de tout âge et de toute taille se mettre en mouvement et descendre lentement sur les tiges.

» Cette période de migration constitue une phase critique de l'existence de ces insectes. N'ayant plus, comme naguère, pour s'abriter, la face inférieure des feuilles, cheminant à ciel ouvert à la surface des branches, privés surtout du moyen de résistance énergique que leur procuraient leurs stylets rostraux, profondément enfoncés dans les tissus du végétal, beaucoup d'entre eux sont jetés à bas par le vent ou la pluie et périssent avant d'arriver à destination. Cette destination, ce sont les innombrables petites cachettes et retraites que leur offre la surface des branches; on les voit surtout chercher à s'introduire en grand nombre dans les interstices des

vieilles écailles placées à la base des jeunes pousses de l'année. Là ils pondent un nombre d'œufs plus ou moins considérable, et bientôt après ils meurent. En détachant avec précaution, vers la fin de septembre, sur le chêne rouvre ou le chêne pédonculé, quelques-unes des écailles dont il vient d'être question, il n'est pas rare de rencontrer, dans la concavité qui regarde la tige, un petit amas d'œufs allongés et brillants, et auprès de celui-ci le corps desséché d'un insecte; ce sont nos Phylloxeras avec leur progéniture.

» Ces œufs présentent des caractères complétement identiques avec ceux produits par les femelles ailées et dont nous avons donné précédemment la description. De même que ceux-ci, ils sont de deux dimensions bien tranchées, correspondant aux grands et aux petits œufs des individus ailés, et au cours du développement on y voit se manifester aussi les différences de coloration qui indiquent leur sexualité particulière. Ils mettent le même temps pour éclore, une douzaine de jours environ, et les petits, en venant au monde, présentent entre eux les mêmes différences de taille et de coloration que ceux issus des femelles ailées. Bref, sous le rapport du mode de reproduction, comme sous celui de la nature des individus auxquels elles donnent naissance, il y a parité complète entre les femelles ailées et les femelles aptères de la fin de l'été : *les unes et les autres sont aptes à produire la génération dioïque du* Phylloxera quercûs. Ce sont les caractères de ces derniers représentants de l'espèce que nous devons actuellement examiner d'une manière plus attentive.

» Ce qui frappe tout d'abord chez ces individus, c'est, ainsi que nous l'avons déjà dit, la taille plus petite et la coloration rougeâtre du mâle, tandis que la femelle est jaunâtre, comme les jeunes larves des générations parthénogénésiques. Cette différence de coloration des deux sexes a principalement pour siége les globules graisseux renfermés dans l'intérieur du corps. J'ai signalé, il y a déjà longtemps, des différences analogues chez les mâles et les femelles des Pucerons (*Comptes rendus*, 1866, t. LXII, p. 1390). Enfin on constate d'autres variations dans la conformation des antennes et des pattes, les caractères des poils de la surface du corps, etc., mais sur lesquelles je ne puis m'arrêter ici.

» Les individus mâles et femelles présentent des différences plus considérables encore avec les larves parthénogénésiques, non-seulement sous le rapport de la taille, qui reste toujours fort petite chez les premiers, comme nous le dirons tout à l'heure, mais aussi par un grand nombre de leurs

caractères anatomiques; mais le trait le plus remarquable de leur organisation, c'est l'absence complète d'organes digestifs. Le suçoir manque d'une manière absolue, et il n'y a non plus aucune trace d'un canal intestinal et des glandes salivaires, si développées chez les individus ordinaires. Aussi ces animaux ne prennent aucune nourriture, ne subissent aucune mue, restent par conséquent toujours à l'état aptère, et au terme de leur existence qui, chez le mâle, a une durée double de celle de la femelle, laquelle ne vit que de six à huit jours seulement, leur taille est exactement ce qu'elle était au moment de la naissance. Cette taille ne dépasse généralement pas $0^{mm},31$ chez le mâle, tandis qu'elle peut atteindre jusqu'à $0^{mm},45$ chez la femelle. Pendant toute leur existence, la nutrition se fait uniquement aux dépens de la masse de substance vitelline non assimilée pendant le développement dans l'œuf et qui était restée incluse dans le corps de l'insecte.

» En effet, ces êtres sont exclusivement organisés en vue de la reproduction, et leur appareil générateur présente déjà un développement très-avancé à l'instant où ils viennent au monde. Cet appareil, chez le mâle, se compose de deux capsules spermatogènes relativement amples, qui déjà chez l'embryon renferment des filaments spermatiques bien développés, plus d'une paire de glandes accessoires, semblables à celles qui existent chez tous les mâles d'insectes; enfin, à son extrémité postérieure, le canal déférent se termine par un petit mamelon conique garni de pointes chitineuses, et qui joue le rôle d'un pénis.

» L'appareil génital femelle diffère sensiblement par son mode de conformation de celui des mères parthénogénésiques. Au lieu de se composer, comme chez ces dernières, de deux ovaires placés dans chaque moitié latérale du corps et formés chacun d'un nombre variable (deux à six) de tubes ou gaînes ovigères, cet appareil, chez la femelle fécondable, est réduit à un tube ovarique unique situé sur la ligne médiane du corps. Ce tube est tout ce qui subsiste de l'ovaire du côté gauche, dont tous les autres éléments ont disparu, ainsi que l'ovaire tout entier du côté droit. Le seul vestige qui reste de ce dernier est une petite dilatation, en forme de cul-de-sac, de l'extrémité antérieure de l'oviducte, représentant la trompe atrophiée de ce côté du corps.

» Ce tube ovarique unique se compose, à sa partie antérieure, d'une petite chambre germinative arrondie, suivie d'une seule loge ovigère renfermant un œuf déjà presque mûr au moment de la naissance et remplissant

la majeure partie de la cavité du corps de la femelle. Quant aux parties accessoires de l'appareil génital, elles se composent des mêmes organes que j'ai décrits dans ma précédente Note, en parlant de l'appareil reproducteur des femelles parthénogénésiques, c'est-à-dire d'une paire de glandes sébifiques et d'une poche impaire et médiane représentant la vésicule copulatrice des autres femelles d'insectes; mais toutes ces parties, chez la véritable femelle du *Phylloxera quercûs*, sont très-réduites de volume et en proportion avec la petite taille de celle-ci.

» Les mâles et les femelles de cette génération naine sont fort vifs et agiles; à peine éclos, ils se répandent de tous côtés sur la branche où ils sont nés ou sur les parois du tube où on les détient. Organisés comme ils le sont, dès la naissance, pour la reproduction, sans nul souci de leur alimentation, leur seule préoccupation, en venant au monde, est de perpétuer leur espèce. L'habitude qu'ils ont, dans les tubes, de pénétrer dans l'interstice du bouchon et du verre et d'y former des groupes plus ou moins nombreux, au milieu desquels quelques œufs ne tardent pas à se montrer, me fait présumer qu'à l'état de liberté ils s'introduisent dans les fentes et les fissures de l'écorce des branches pour s'y accoupler et pondre. L'accouplement ne dure que quelques minutes et un même mâle peut féconder successivement plusieurs femelles, comme chez les Pucerons. Au bout de trois ou quatre jours, la femelle pond l'unique œuf qui s'était formé dans son intérieur et qui, ayant continué de s'accroître après l'accouplement, distend alors considérablement le corps de celle-ci.

» Cet œuf, que, par analogie avec ce qui existe chez d'autres animaux, on peut appeler *œuf d'hiver*, ne ressemble ni aux œufs des femelles parthénogénésiques (*œufs d'été*), ni à ceux qui donnent naissance aux individus dioïques (*œufs mâles et femelles*). Après quelques jours, l'œuf prend, comme celui des Pucerons, une coloration noirâtre indiquant sa fécondité; mais, au moment où j'écris ces lignes (16 octobre), aucun embryon n'est encore visible dans son intérieur, bien qu'il présente manifestement un commencement d'organisation. Il est donc plus que probable que l'œuf passe l'hiver dans cet état pour n'éclore qu'au printemps suivant, et donner alors naissance au jeune animal destiné à recommencer le cycle reproducteur de l'espèce.

» Tels sont les singuliers phénomènes que le *Phylloxera quercûs* présente dans son évolution. Nous trouvons bien chez un certain nombre d'espèces appartenant à d'autres classes animales, et jusque chez les insectes eux-mêmes, des faits plus ou moins comparables physiologiquement à ceux que

nous venons de faire connaître (1); mais, nulle part peut-être, le polymorphisme des individus reproducteurs, celui des appareils et des éléments sexuels ne jouent un rôle plus considérable que chez le parasite du chêne. Ainsi, parmi les vers, l'*Ascaris nigrovenosa*, le *Leptodera appendiculata* nous présentent également des espèces formées de générations successives d'individus dissemblables se reproduisant par des organes sexuels (*Hétérogonie* de M. Leuckart). Dans la classe des Crustacés, dans celle des Rotateurs, nous trouvons de même des œufs de plusieurs sortes, différant par leur forme et leur structure, et dont les uns sont féconds par eux-mêmes (œufs d'été), tandis que les autres ne le sont qu'à la suite d'un accouplement avec le mâle (œufs d'hiver). Chez les *Brachionus* et un grand nombre d'autres Rotateurs, nous rencontrons, comme chez le Phylloxera, des individus frappés d'avortement quant aux organes de la vie individuelle, et complets seulement par ceux de la reproduction; mais ici l'avortement ne porte que sur un seul des deux sexes, le sexe mâle, tandis que chez le Phylloxera il atteint tous les deux à la fois; enfin, dans la classe même à laquelle appartient ce dernier, des travaux récents et célèbres nous ont fait connaître chez certains diptères des cas remarquables de reproduction chez des individus n'ayant pas encore atteint leur maturité organique; mais, tandis que, dans les exemples précédents, les diverses anomalies citées sont réparties sur des espèces différentes, elles se trouvent toutes réunies chez le *Phylloxera quercûs*, et c'est précisément là ce qui donne aux phénomènes de reproduction chez cet insecte un caractère d'étrangeté qu'on ne rencontre que rarement au même degré chez d'autres espèces animales. »

M. E. Duchemin adresse une Note sur les avantages que présente la boussole circulaire, comparée à la boussole à aiguille.

Selon l'auteur, les principaux avantages de la boussole circulaire sont :

1° Une puissance magnétique double, pour un diamètre déterminé, de celle d'une aiguille dont la longueur serait égale à ce diamètre;

---

(1) Ainsi chez les *Chermès*. Bien que les belles observations du professeur Leuckart aient beaucoup avancé l'état de nos connaissances touchant la reproduction de ces insectes, il est probable que celle-ci présente encore bien des circonstances ignorées. Ainsi nous n'y connaissons rien d'équivalent à la génération dioïque du *Phylloxera quercûs;* mais leurs étroites affinités avec cette dernière espèce, leur multiplication par deux sortes de femelles ovipares, les unes aptères, les autres ailées, tout indique que les Chermès viendront un jour se ranger complétement à côté des Phylloxeras, lorsque nous connaîtrons le cycle tout entier de leur reproduction.

2° L'existence de deux points neutres, au lieu d'un seul, ce qui a pour effet de maintenir constante la position des deux pôles; le magnétisme paraît si énergiquement conservé, que les étincelles les plus fortes d'une machine de Holtz ne font subir aucun déplacement aux pôles de la boussole;

3° Une suspension plus satisfaisante de l'aimant, lorsqu'il est bien monté et équilibré au moyen d'une chape d'agate; il semble se mouvoir comme s'il était placé sur un liquide;

4° Une augmentation de la sensibilité de la boussole, proportionnelle à son diamètre;

5° La possibilité, depuis longtemps recherchée par la Marine, d'équilibrer l'aimantation au moyen d'un second cercle aimanté, modifiant la position du premier d'une quantité calculée d'avance et permettant de régler le compas avant le départ du navire; cette modification a été suggérée à l'auteur par M. *Dumas-Vence*, capitaine de vaisseau.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **G. Botta** soumet au jugement de l'Académie, par l'entremise de M. *Nigra*, ministre d'Italie en France, un Mémoire concernant la distribution de la chaleur à la surface du globe.

(Commissaires : MM. Faye, Ch. Sainte-Claire Deville, Edm. Becquerel, Jamin, Janssen.)

M. **Arau de Terré** adresse une Note relative à une poudre de mine, à laquelle il donne le nom de *pyrolithe humanitaire*.

(Commissaires : MM. Morin, Berthelot.)

M. **A. Lacomme** adresse un Mémoire sur un projet de bateau sous-marin, par voie ferrée, pour traverser la Manche.

Ce Mémoire sera soumis à l'examen de M. Tresca.

M. **Gullich** adresse une Note relative à un cylindre moteur.

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Tresca.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une biographie de l'astronome italien *Donati*, par M. *G. Uzielli*.

G. B. Donati a succombé à une attaque de choléra, dont il avait senti les premières atteintes à Vienne, le 16 septembre; il est mort à Florence, dans la nuit du 19 septembre.

M. le **Ministre de la Guerre** adresse, pour la bibliothèque de l'Institut, le dix-neuvième volume du recueil de Mémoires et Observations sur l'Hygiène et la Médecine vétérinaire militaires.

M. le **Ministre des Travaux publics** adresse, pour la bibliothèque de l'Institut, le Catalogue descriptif des modèles, instruments et dessins composant les galeries de l'École des Ponts et Chaussées.

CHIMIE MINÉRALE. — *Production par voie sèche de quelques borates cristallisés* (1). Note de M. **A. Ditte**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« III. *Borates de baryte.* — Le borax produit dans le nitrate de baryte un précipité qui, lavé à froid avec une solution saturée d'acide borique, séché et chauffé dans le mélange de chlorures alcalins, fond plus facilement encore que le sel analogue de chaux. Il se transforme néanmoins en cristaux qui s'accumulent au bord du creuset; ce sont des aiguilles fines, minces, légères, courtes et présentant une tendance marquée à se grouper en croix dont les branches font entre elles un angle de 60 degrés; ces croix elles-mêmes se réunissent souvent en groupes étoilés. Ces cristaux, lentement solubles à chaud dans l'acide nitrique étendu, contiennent :

Baryte.......... 52,37, Acide borique.... 47,63;

leur composition est celle du biborate de baryte $BaO,2BoO^3$.

» Un mélange à équivalents égaux de baryte caustique et d'acide bo-

(1) Voir *Comptes rendus*, page 783 de ce volume.

rique, chauffés au rouge vif dans un creuset de charbon, donne, après refroidissement, une masse grise, cristallisée, mais bien moins nettement que celles fournies dans des circonstances analogues par la strontiane, et surtout par la chaux. Cette matière, traitée par le mélange de chlorures alcalins et de chlorure de baryum, donne de beaux cristaux blancs, facilement solubles à chaud dans les acides étendus. Ce sont des prismes à six pans, courts, terminés souvent par une pyramide à six faces, et souvent aussi accolés les uns aux autres; ils renferment :

Baryte.......... 58,46, Acide borique...... 41,54,

et sont par conséquent du sesquiborate de baryte $2BaO,3BoO^3$.

» Quand on essaye de produire des cristaux en présence de baryte caustique, on n'obtient plus de nouveaux sels comme avec la strontiane, mais seulement un mélange sans intérêt de baryte et d'une poussière non cristallisée.

» IV. *Borates de magnésie.* — Lorsqu'on chauffe au blanc, dans un creuset de charbon, de la magnésie avec un grand excès d'acide borique, on trouve, après refroidissement, des masses blanches, opaques, dures, isolées au milieu de l'excès d'acide borique transparent. Cette matière cristallisée, à structure rayonnée, est formée de longues aiguilles partant d'un ou plusieurs centres; elle est soluble à chaud dans les acides étendus différents de l'acide acétique, et contient :

Magnésie......... 30,00, Acide borique..... 70,00.

Cette composition, qui répond exactement à la formule $3MgO,4BoO^3$, est celle de la boracite, que l'on rencontre à Lunebourg (Brunswick) dans les gypses qui forment des masses intercalées dans les terrains crayeux, et à Segeberg (Holstein).

» Ce composé, traité par les chlorures alcalins, donne rapidement une couronne volumineuse à la surface intérieure du creuset; il perd, en cristallisant, la moitié de son acide borique, qu'on voit, au fond du creuset, envelopper de gouttes transparentes les fragments de sel non encore attaqués. Les cristaux (I) que fournit cette opération prennent aussi naissance, comme on pouvait le prévoir, quand on ajoute à la matière, avant de la soumettre à l'action des chlorures, un excès d'acide borique; tout le sel employé se transporte en cristaux (II) en haut du creuset, et finalement il ne reste au fond qu'une perle limpide d'acide borique en excès.

» Le mélange de 1 équivalent de magnésie avec 2 d'acide borique ne

fond qu'avec une difficulté extrême. Il en résulte un verre blanc opalin, très-friable, qui ne fond pas dans le mélange de chlorures, et qui donne facilement un bourrelet de cristaux (III). Ceux-ci sont, comme les précédents, des aiguilles transparentes, larges, très-aplaties, terminées par des pointements et fréquemment groupées entre elles. Ils se dissolvent à chaud dans l'acide nitrique et dans l'acide sulfurique étendu, et renferment :

	I.	II.	III.	Calculé.
Magnésie.......	46,40	46,36	45,83	46,15
Acide borique...	53,60	53,64	54,16	53,85

Leur formule, $3MgO, 2BoO^3$, est celle d'un borate basique analogue à ceux de strontiane et de chaux.

» Le borate $3MgO, 4BoO^3$, traité par les chlorures alcalins, mais en chauffant très-fortement le creuset, donne un résultat différent; les morceaux de sel magnésien se hérissent d'abord de cristaux; la formation du bourrelet est assez rapide, et, finalement, tout s'y transforme, sauf une perle d'acide borique qui reste au fond du creuset. Le sel primitif perd, dans ce cas, le quart seulement de son acide borique, et l'on obtient des aiguilles fines, déliées et légères, quelquefois des prismes minces, qui renferment :

Magnésie....... 36,85, Acide borique....... 63,15.

C'est du borate neutre de magnésie MgO, BoO^3; nous trouverons plus loin d'autres circonstances dans lesquelles il se forme encore.

» V. *Borates doubles.* — Quand on soumet le borate magnésien $3MgO, 4BoO^3$ à l'action du mélange de chlorures alcalins, en présence d'un grand excès de chlorure de calcium, l'opération marche d'une tout autre manière; la formation d'un bourrelet de cristaux n'est plus rapide comme en l'absence du chlorure de calcium, mais très-lente; les fragments de borate de magnésie qui sont au fond du creuset se recouvrent de petites aiguilles et disparaissent peu à peu. Les cristaux qui résultent de cette opération diffèrent entièrement de ceux que l'on obtenait sans chlorure de calcium : ce sont des prismes terminés par une pyramide régulière; ils contiennent à la fois de la chaux et de la magnésie, comme le montrent les nombres suivants :

	I.	II.	Calculé.
Chaux................	29,78	29,87	29,57
Magnésie.............	21,34	21,09	21,12
Acide borique..........	48,87	50,00	49,31

Leur formule est

$$4BoO^3, 3CaO, 3MgO = (3CaO, 2BoO^3)(3MgO, 2BoO^3).$$

C'est un borate double de chaux et de magnésie, que l'on peut regarder comme une combinaison de deux borates simples de même composition.

» La même expérience, répétée en remplaçant le chlorure de calcium par du chlorure de strontium, ne donne rien que du borate neutre de magnésie MgO, BoO^3; le chlorure de strontium paraît ne jouer là aucun rôle; mais si l'on introduit à sa place de la strontiane en excès, on produit un nouveau sel double dont la formation est extrêmement lente, et qui contient :

	I.	II.	Calculé.
Strontiane............	43,60	43,46	43,82
Magnésie.............	16,40	16,64	16,85
Acide borique.........	40,00	39,60	39,33

Cette composition exprimée par la formule

$$4BoO^3, 3SrO, 3MgO = (3SrO, 2BoO^3)(3MgO, 2BoO^3)$$

montre que c'est le sel précédent où la strontiane remplace la chaux; les cristaux, quoique plus courts, présentent d'ailleurs un aspect analogue, et comme eux se dissolvent facilement dans les acides étendus.

» Je n'ai pas obtenu le composé correspondant, renfermant de la baryte.

» La méthode décrite en commençant m'a donc permis de faire cristalliser des sels de quatre bases différentes; la comparaison de leurs formules fait bien ressortir leur analogie de composition :

Sels simples.

$CaO, 2BoO^3$,	$SrO, 2BoO^3$	$BaO, 2BoO^3$,	....
$2CaO, 3BoO^3$,	$2SrO, 3BoO^3$,	$2BaO, 3BoO^3$,	....
............,	............,	............,	$3MgO, 4BoO^3$,
CaO, BoO^3,	SrO, BoO^3,	............,	MgO, BoO^3,
$3CaO, 2BoO^3$,	$3SrO, BoO^3$,	............,	$3MgO, 2BoO^3$.

Sels doubles.

$$(3CaO, 2BoO^3)(3MgO, 2BoO^3),$$
$$(3SrO, 2BoO^3)(3MgO, 2BoO^3).$$

» Remarquons qu'il est plus difficile d'introduire de la base dans les sels de strontiane que dans ceux de chaux, ce qui conduit à préparer certains

d'entre eux d'une manière un peu différente, en substituant la base elle-même à son chlorure. Cette difficulté s'accentue davantage dans les sels de baryte, dont je n'ai pu donner que les deux plus acides. Ceux de magnésie présentent, au contraire, le phénomène inverse : c'est l'acide qu'on y fait entrer avec peine; ce sont aussi les sels basiques ou neutres que j'ai pu seuls obtenir.

» Ce procédé de préparation s'applique à la production de borates métalliques proprement dits, comme ceux de zinc et de manganèse; j'aurai l'occasion d'y revenir en décrivant d'autres borates cristallisés, mais obtenus par voie humide. »

MINÉRALOGIE. — *Sur les chlorovanadates*. Note de M. **P. Hautefeuille**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« La reproduction de la vanadinite pure et la préparation d'une wagnérite du vanadium m'ont permis d'établir que les vanadates, comme les phosphates et les arséniates, jouissent de la propriété de former deux séries de sels isomorphes en se combinant aux chlorures.

» On peut reproduire la vanadinite naturelle par la voie sèche. Il suffit de porter au rouge sombre de l'acide vanadique pur intimement mélangé à de la litharge et à du chlorure de plomb en grand excès pour obtenir ce chlorovanadate à l'état cristallisé. Après refroidissement et dissolution de l'excès de chlorure de plomb, on obtient des aiguilles jaunes transparentes et douées d'un éclat gras sur lesquelles on peut mesurer les angles du prisme hexaèdre régulier. Ce sont les caractères extérieurs les plus saillants de la vanadinite. L'analyse établit que ces cristaux renferment, comme le produit naturel, 3 équivalents de vanadate de plomb pour 1 équivalent de chlorure de plomb.

» Les chlorures fondus susceptibles de s'unir aux vanadates ne sont pas nombreux; la plupart sont décomposés par l'acide vanadique : c'est ainsi que le chlorure de magnésium et l'acide vanadique fournissent de l'oxychlorure de vanadium et de la magnésie cristallisée. Le chlorure de calcium ne jouissant pas, au même degré, de la propriété d'être décomposé par l'acide vanadique, on parvient à préparer un chlorovanadate de chaux en chauffant modérément les éléments de ce sel. En reprenant par l'eau, après fusion, on sépare de l'excès de chlorure des cristaux d'un blanc mat et doués d'un éclat adamantin (1).

(1) Jusqu'à présent, je n'ai pas réussi à remplacer, même partiellement, le chlore par le fluor. Le fluorure de calcium cristallise à part sous la forme de lamelles.

» L'analyse de ce produit donne les résultats suivants :

		Rapports des équivalents.
Acide vanadique...........	39,07	1
Chaux...................	36,66	3
Chlorure de calcium........	23,75	1
Perte....................	0,52	
	100,00	

Ce sel, cristallisé, n'appartient donc pas au même type que la vanadinite, ce n'est pas une apatite. Il a la composition des wagnérites, puisqu'il renferme équivalents égaux de vanadate de chaux et chlorure de calcium.

» La densité de la wagnérite du vanadium est de 4,01. Cette espèce n'a pas encore été signalée sur les échantillons naturels.

» Les mesures cristallographiques effectuées sur ce produit établissent son isomorphisme avec la wagnérite phosphorée, ainsi qu'on peut le constater par la comparaison des mesures faites dans trois zones correspondantes.

» Les faces, dans deux zones distinctes, sont inclinées les unes sur les autres de 90 degrés dans les deux espèces.

» Les faces, dans une troisième zone, font entre elles des angles voisins :

	Composé du vanadium.	Composé du phosphore.
M : M...............	97°6′	96°40′
M : *h′*...............	138°43′	138°25′

» Il est presque inutile de faire remarquer que l'existence de cette espèce, cristallisant dans le système du prisme droit à base rhombe comme la wagnérite, apporte un nouvel argument en faveur de la formule que M. Roscoë assigne à l'acide vanadique.

» Aux relations connues entre la vanadinite, la pyromorphite et la mimetèse, on peut ajouter aujourd'hui celles tout à fait de même ordre entre la wagnérite du vanadium, l'espèce artificielle de wagnérite découverte par MM. Sainte-Claire Deville et Caron (1), et la wagnérite arséniée préparée par M. Lechartier (2). »

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LXVII, p. 443.
(2) *Comptes rendus*, t. LXV, p. 172.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Mode de production des méthylamines dans la fabrication des produits pyroligneux.* Note de M. C. VINCENT, répétiteur à l'École Centrale.

« J'ai signalé la présence de la méthylamine dans l'alcool méthylique (*Bulletin de la Société chimique*, t. XIX, 5 janvier); je viens aujourd'hui indiquer les conditions dans lesquelles on obtient cette ammoniaque, ainsi que la diméthylamine et la triméthylamine.

» L'acide pyroligneux brut étant saturé par la chaux éteinte, avant la séparation de l'alcool méthylique, et soumis à la distillation partielle, donne de l'alcool méthylique brut, dont les premières parties contiennent de l'ammoniaque en quantité considérable et quelques traces de méthylamine.

» Cet alcool, en effet, saturé complétement par l'acide sulfurique, a laissé déposer une masse cristalline blanche non déliquescente, insoluble dans l'alcool méthylique et facilement cristallisable dans l'eau. La dissolution de cette matière mélangée de sulfate d'alumine a laissé par évaporation déposer de l'alun qui, purifié par une seconde cristallisation, a été décomposé par la potasse caustique. On a obtenu ainsi un gaz incolore fortement alcalin présentant tous les caractères de l'ammoniaque pure.

» Si, au lieu de recueillir immédiatement l'alcool méthylique alcalin, on le soumet à la rectification dans un appareil muni d'une colonne de concentration, on recueille un produit dont les premières parties sont rendues alcalines par une petite quantité d'ammoniaque et par une proportion notable de méthylamine. Cet alcool, redistillé plusieurs fois encore dans le même appareil, ne contient plus que des traces d'ammoniaque, mais il renferme des quantités considérables de méthylamine, de diméthylamine et de triméthylamine.

» J'ai opéré sur les 15 premiers litres d'alcool méthylique recueillis à la quatrième distillation, dans un appareil contenant environ 1000 litres de produit.

» Cet alcool étant très-fortement alcalin, il était difficile de le saturer directement à cause de la violence de la réaction; il a fallu l'étendre d'eau. Le produit a été saturé par l'acide sulfurique et évaporé au bain-marie jusqu'à consistance sirupeuse, afin de chasser complétement l'alcool méthylique. Pendant l'évaporation, il s'est séparé des pellicules goudronneuses qui ont été enlevées avec soin; en outre il s'est constamment dégagé de la méthylamine pendant l'évaporation du sulfate, bien que la liqueur fût acide. Après refroidissement, la matière avait l'aspect d'un sirop brun foncé visqueux : ce produit a été traité par une lessive de potasse, afin de mettre

en liberté les diverses ammoniaques ; et le mélange gazeux ainsi obtenu a été desséché par son passage sur une longue colonne de potasse caustique en morceaux et dirigé ensuite dans plusieurs matras refroidis à zéro dans la glace fondante. Il s'est condensé dans les matras une quantité considérable d'un liquide incolore, très-mobile, très-volatil, combustible avec une flamme jaune pâle, fortement alcalin, ayant une odeur insupportable de marée, et qui a été reconnu pour un mélange de diméthylamine et de triméthylamine.

» Les produits non condensés dans les matras ont été dirigés dans deux flacons de Woolf renfermant de l'eau distillée, dans laquelle ils se sont complétement condensés. La dissolution ainsi obtenue, fortement alcaline, a présenté tous les caractères de la dissolution de méthylamine ; elle a été saturée par l'acide oxalique, et le produit évaporé à sec au bain-marie a été traité par l'alcool absolu ; il n'est resté qu'une trace de produit insoluble consistant en oxalate d'ammoniaque.

» L'ensemble de ces faits montre que les méthylamines ne se produisent pas directement dans la carbonisation du bois, mais que l'ammoniaque qui se forme d'abord, et qui accompagne les produits les plus volatils, donne successivement de la méthylamine, de la diméthylamine et de la triméthylamine, selon le temps plus ou moins long de contact des matières dans les conditions signalées.

» J'ai recherché quelle était la réaction qui pouvait donner naissance aux diverses méthylamines pendant les distillations successives de l'alcool méthylique alcalin ; j'ai, dans ce but, mis en contact, dans un ballon muni d'un réfrigérant de Liebig, et chauffé au bain-marie, puis en vase clos à 100 degrés, de l'alcool méthylique pur et de l'ammoniaque en dissolution aqueuse, et, au bout de vingt heures, ayant mis fin à l'expérience, je n'ai pu, dans l'un et l'autre cas, trouver trace de méthylamine.

» L'alcool méthylique brut, contenant des quantités considérables d'acétone, j'ai pensé que l'ammoniaque, en réagissant sur ce corps, pouvait engendrer successivement les diverses méthylamines et de l'aldéhyde, d'après les équations suivantes :

$$C^6H^6O^2 + AzH^3 = C^4H^4O^2 + AzH^2(C^2H^3),$$
$$C^6H^6O^2 + AzH^2(C^2H^3) = C^4H^4O^2 + AzH(C^2H^3)^2,$$
$$C^6H^6O^2 + AzH(C^2H^3)^2 = C^4H^4O^2 + Az(C^2H^3)^3.$$

» J'ai donc mis de l'acétone et de l'ammoniaque en dissolution aqueuse dans un ballon chauffé au bain-marie et communiquant avec un réfrigérant de Liebig ; au bout de quelques heures, ayant mis fin à l'expérience, le liquide a été saturé par l'acide oxalique et évaporé à siccité au bain-

marie; le résidu, traité par l'alcool absolu, a donné une solution qui a été évaporée à sec, afin de chasser l'alcool; la matière ainsi obtenue, traitée par une lessive de potasse bouillante, a laissé dégager un gaz qui a été dissous dans l'eau.

» La solution obtenue était fortement alcaline, laissait par l'ébullition dégager un gaz inflammable brûlant avec une flamme jaunâtre; elle précipitait les sels de cadmium en blanc, et le précipité était insoluble dans un excès de réactif; à ces caractères, j'ai reconnu la méthylamine.

» La présence de l'aldéhyde dans les produits de l'action de l'ammoniaque sur l'acétone a été décelée en saturant, par l'acide acétique, les premiers produits de la rectification, et, y faisant passer un courant d'acide sulfhydrique, il s'est formé du sulfhydrate d'hydrure de sulfacétyle, dont l'odeur est caractéristique.

» On peut conclure de l'ensemble de ces réactions que les méthylamines qui se rencontrent dans l'alcool méthylique ont pris naissance par l'action de l'ammoniaque sur l'acétone pendant le cours des distillations répétées, qu'on doit faire subir à l'alcool méthylique brut, pour l'amener au degré de pureté où l'exige l'industrie.

» De même la formation simultanée de l'aldéhyde dans ces réactions explique la présence de ce produit dans l'alcool méthylique. »

M. **W. Iversen** informe l'Académie qu'il a fait, l'été dernier, à Saint-Pétersbourg, un essai d'éducation de vers à soie, dans le jardin de la *Société économique*. Quarante mûriers blancs avaient été plantés, il y a deux ans et demi, dans ce jardin. Il a obtenu cinq cents cocons de bonne qualité; les essais doivent être continués l'année prochaine.

A 5 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie. D.

ERRATA.

(Séance du 29 septembre 1873.)

Page 711, ligne 28, *au lieu de* ouvertes, *lisez* courtes.
Page 713, ligne 29, *au lieu de* que celle qui a lieu, *lisez* puisqu'elle a lieu.

(Séance du 13 octobre 1873.)

Page 820, ligne 3, *au lieu de* acide sulfurique, *lisez* acide sulfhydrique.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 OCTOBRE 1873.

PRÉSIDENCE DE M. DE QUATREFAGES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Dumas** donne à l'Académie des nouvelles de la santé de M. Regnault, qui, il y a quelques jours, avait pu inquiéter ses amis. Aujourd'hui l'état de notre illustre Confrère permet de rassurer l'Académie. M. Henri Sainte-Claire Deville a bien voulu se rendre auprès de lui et se faire l'interprète de nos sentiments et de nos vœux pour son prompt rétablissement.

M. le Président l'a chargé spécialement de remercier, à Genève, au nom de l'Académie, M. le professeur Louis Soret et M. le Dr Prévost, qui ont entouré M. Regnault de leur affection et de leurs soins dans cette circonstance.

CHIMIE AGRICOLE. — *Sixième Note sur le guano;* par M. **Chevreul**.

« Deux faits que j'ai constatés dans un guano qui m'a été remis en dernier lieu par M. Barral, et que je désigne par le n° 6, et dans le guano n° 4, m'ont paru assez intéressants pour les communiquer à l'Académie, faits auxquels je joindrai quelques observations générales concernant la matière constituant les êtres vivants en général et les animaux en particulier.

» *Premier fait.* — J'ai obtenu un sel parfaitement incolore, cristallisé en prismes minces, dont je n'ai pas encore déterminé la forme.

» Ces cristaux m'ont présenté trois bases : l'ammoniaque, la potasse et la chaux unies avec l'acide oxalique.

» Ils sont solubles dans l'eau, et leur solution concentrée ne se trouble pas par l'oxalate d'ammoniaque, même après quarante heures et plus.

» Si cette solution concentrée est étendue d'eau, par exemple de 500 parties pour 1 partie de sel, et abandonnée à elle-même, après vingt-quatre heures elle a perdu sensiblement de sa limpidité et le trouble va en augmentant avec le temps. Le sixième jour, les couches inférieures sont moins limpides que les couches supérieures, ce qui annonce la tendance d'une matière à se précipiter. Cette matière, cause du trouble, est, comme on le pense bien, de l'oxalate de chaux.

» Dans les mêmes circonstances, le trouble est plus grand lorsqu'on a ajouté à une solution semblable de l'oxalate d'ammoniaque.

» *Second fait : Découverte de l'urate de chaux dans le guano n° 4.* — Du guano n° 4, qui avait été traité préalablement par de l'eau froide, puis par de l'alcool bouillant, fut soumis, à deux reprises, à l'action de l'eau bouillante; celle-ci enleva, à 100 parties, environ 9 parties, qui, soumises à l'action de l'alcool et de l'eau froide, laissèrent 6 parties environ d'urate de chaux faiblement coloré en jaune.

» La matière distillée donna du carbonate d'ammoniaque, une vapeur douée de l'odeur cyanhydrique et un charbon abondant qui, brûlé, laissa de la chaux.

» Enfin la matière unie à la chaux donna la couleur pourpre, un des caractères les plus remarquables de l'acide urique chauffé avec l'acide azotique.

» III. *Quelques observations générales sur la matière constituant les êtres vivants et particulièrement les animaux.* — Une première observation m'a frappé sur les réactions chimiques qui se passent dans les excréments des oiseaux constituant le guano. Cette observation, je l'ai faite dès que j'ai pu observer les débris des oiseaux que l'on trouve dans le guano, débris remarquables en ce qu'ils présentent surtout l'extérieur de l'animal, la peau et ses annexes cornées, non compris les plumes. Je ne parle, bien entendu, que de ce que j'ai vu.

» J'ai fait mention, dans une Note précédente, de la disparition des os; j'ai tout lieu de penser que l'air a une influence sur leur altération, par la raison que j'ai eu lieu d'observer, dans quelques os minces, que c'était

la partie découverte, exposée au contact de l'air depuis longtemps, qui, réduite en petits morceaux, avait une couleur très-foncée, tandis que le reste de l'os préservé du contact de l'air avait subi moins d'altération.

» Maintenant, ce qui est remarquable, c'est la forte proportion de la matière soluble dans l'eau que l'on trouve dans le guano, ce qui témoigne, par son état solide, qu'elle s'est produite sans doute en contact avec l'eau, mais que celle-ci n'a jamais été en excès.

» Une conséquence de cet état de choses, c'est que la peau, sans d'être altérée dans son tissu, a pu s'unir à des matières salines solubles qui ont contribué certainement à en assurer la conservation, et indubitablement il y a une matière azotée, colorée en brun, qui aussi s'y est unie intimement.

» En un mot, les changements qui se sont opérés et dans la partie excrémentitielle constituant le guano, et dans l'intérieur du corps des oiseaux morts, que l'on trouve dans ces excréments, convertis aujourd'hui en guano, se sont opérés lentement et dans des circonstances où ni l'air, ni l'eau, ni la chaleur n'ont pu agir avec une grande énergie; et l'on voit, en définitive, que les forces chimiques dont l'influence a été la plus grande sont l'acidité et l'alcalinité, car *ce sont des* SELS *qui représentent en grande partie la matière soluble du guano*.

» Si la *forme saline* est bien différente de la *forme chimique* que présentent le végétal et l'animal morts, cependant je ne peux me défendre de comparer la matière du guano et la matière des débris des oiseaux, au point de vue de la lenteur des actions chimiques qui les ont faites ce que nous les voyons, aux actions lentes qui se passent dans les êtres vivants. Ici, je le répète, ma comparaison porte sur la *lenteur des actions*.

» C'est cette manière d'envisager la transformation de la matière excrémentitielle des oiseaux en guano qui explique ces deux faits remarquables, que présentent les guano 4 et 5, de faire une vive effervescence de gaz acide carbonique pendant leur lavage à l'eau, et enfin le *premier fait* de cette Note, un composé salin d'acide oxalique uni à trois bases, dont l'une d'elles est la chaux. Il est évident que cette combinaison et la première ne se fussent pas produites si l'eau en forte proportion eût été présente lors des réactions.

» J'ajouterai que ces recherches du guano m'ont présenté des faits de cristallisation analogues à ceux que j'ai communiqués à l'Académie relativement aux sels des cadavres. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Réponse à une Note de M. Respighi, sur la grandeur des variations du diamètre solaire;* par le P. Secchi.

« Rome, 8 octobre 1873.

» Dans une Communication faite récemment à l'Académie (*Comptes rendus,* p. 715 de ce volume), M. Respighi passe en revue quelques-unes de mes recherches sur le diamètre solaire et mes méthodes spectroscopiques.

» Je remarque d'abord que, d'après cette Note, le savant astronome semble avoir fait un grand progrès dans l'emploi de ma méthode d'observation spectroscopique. Autrefois, il déclarait cette méthode très-imparfaite et se plaignait que les images fussent mal définies; aujourd'hui, il a réussi à obtenir « les taches et les facules bien distinctes et bien définies » (p. 718) » : c'est là un progrès considérable, tendant à prouver que je n'ai pas eu tort d'opérer de cette manière.

» De plus, il admet la méthode comme « très-utile pour les observations » de la durée du passage du Soleil, sans produire aucune altération dans » la durée cherchée, ce qui rend plus facile et plus sûre l'observation des » contacts des bords solaires avec les raies spectrales ». Je prends volontiers acte de cette déclaration, qui m'encourage grandement. Il me reste à m'expliquer sur quelques détails, qui sont d'un intérêt secondaire, car ils sont relatifs à des appréciations théoriques, sur lesquelles il ne sera pas difficile de nous entendre, avec un peu de réflexion et d'exercice.

» Je ne puis pas convenir, par exemple, que la différence de netteté des images observées par moi aux deux bords solaires soit due, comme le veut M. Respighi, à une réflexion de lumière verte, qu'on absorberait avec un verre rouge. J'ai employé déjà le verre rouge, et l'effet dans ma lunette n'a pas disparu; on comprend cependant qu'il peut avoir disparu dans la lunette de M. Respighi, soit à cause de son angle réfringent plus grand, soit encore, comme cela me paraît certain, à cause de la petitesse de son image; son appareil peut, dans le spectre impur de l'image solaire, séparer les extrêmes, ce qui n'arrive pas dans mon instrument, où l'image atteint 45 millimètres. Ce résultat peut être intéressant pour indiquer quels seront la dispersion et l'angle à employer pour chaque instrument.

» M. Respighi prétend ensuite que la déformation n'est pas la même avec le prisme objectif et avec le prisme interposé. Pour mon compte, j'avoue que, après avoir employé les deux méthodes, je ne les trouve pas sensiblement différentes; sa théorie ne s'accorderait donc pas avec l'observation.

» Il accuse le prisme interposé de donner une image fictive du disque, où les oscillations atmosphériques sont confondues avec le bord solaire. Malgré la longue exposition qu'il a faite de cette manière de voir, j'avoue que je n'ai pas réussi à la partager. Quoi qu'il en soit de la théorie de la scintillation des étoiles, il est certain que, même en acceptant son opinion sur la manière dont se produit l'oscillation du bord solaire, on peut expliquer très-simplement le fait de la plus grande tranquillité de ce bord avec ma méthode spectroscopique. En effet, l'ondulation atmosphérique, qui déplace l'image solaire, lui donne un mouvement très-rapide; l'image formée sur la rétine de l'observateur est ainsi déjà très-faible, et bien plus que l'image fixe. Le spectroscope, qui affaiblit considérablement toutes les lumières, affaiblit également celle-ci, la rend insensible, en sorte que l'image apparaît plus stable.

» On dira que les verres colorés devraient produire le même résultat: j'avoue que c'est là une objection considérable; il est donc clair qu'il faut admettre, dans le spectroscope, une action spéciale, et c'est pourquoi il ne me semble pas absurde de faire intervenir la cause qui produit la scintillation des étoiles. Si cette cause peut agir sur les rayons stellaires, elle doit pouvoir agir également sur les rayons solaires, et il peut se manifester une dispersion atmosphérique quelconque, par les réfractions extraordinaires qui produisent l'ondulation, même à une hauteur considérable. Quelle que soit d'ailleurs la théorie, il ne me semble pas qu'on doive signaler comme une imperfection ce privilége de mon système spectroscopique, de supprimer, dans l'observation du Soleil, un défaut que tout observateur voudrait voir disparaître de l'image qu'il contemple.

» Quant à la préférence que j'ai donnée au prisme objectif sur le prisme interposé, j'en ai déjà exposé les motifs : ce n'est nullement parce que l'observation de l'éclipse n'a pas été satisfaisante, mais à cause de la difficulté de trouver de bons prismes à vision directe, résistant à cette épreuve. M. Airy m'écrit de Greenwich que M. Huggins a réussi, mais après avoir essayé plusieurs prismes, et avoir détérioré l'un d'eux. M. Tupman a échoué; quant à moi, j'ai essayé, sans succès, plusieurs prismes de M. Hoffman : le seul que j'aie trouvé satisfaisant est un prisme de Merz. Ces prismes, soudés aux mastics, s'altèrent lorsqu'ils sont exposés aux rayons du Soleil concentrés dans la lunette, et donnent des bulles intérieures. Telles sont les véritables raisons de la préférence que j'ai donnée aux prismes objectifs. C'est avec un de ces prismes que j'ai découvert la mé-

thode ; j'en crois l'usage plus facile et préférable pour le passage de Vénus, et cet avis consciencieux que je donne, je ne le considère pas comme « bien tardif ». Du reste, dans ce cas, les distorsions, lorsqu'elles existent, ne peuvent pas être préjudiciables à l'observation ; car il ne s'agit pas de mesurer les images, mais de juger des contacts, et la distorsion est ici sans influence, comme elle est sans influence, de l'aveu de M. Respighi lui-même, dans les passages sur les raies.

» Quant à l'usage que j'ai fait de cette méthode dans l'éclipse du 25 mai 1873, M. Respighi dit que, dans les résultats de mon observation, il y a « des circonstances qui ne peuvent s'accorder avec les mouvements des » astres, le Soleil et la Lune ». Cette déclaration est grave : elle pourrait paraître indiquer une appréciation que je suis loin d'attribuer à M. Respighi. Je lui ferai seulement observer que je n'ai pas fixé la hauteur de la chromosphère à 15 secondes, comme il le dit à la page 720. J'ai dit (*Comptes rendus*, t. LXXVI, p. 1329) : « Enfin, quarante-huit secondes après la fin » (dernier contact), aucune interruption n'était plus sensible, et la Lune » paraissait sortir de la chromosphère. » En admettant un mouvement de 8 secondes par minute de temps, le calcul conduit M. Respighi à cette conclusion que toute la chromosphère n'était pas réellement passée et que, par conséquent, avec mon procédé, « on ne voyait pas la chromosphère » aussi haute qu'avec la méthode ordinaire ». La seule conclusion à en tirer est que l'on ne voyait que la partie la plus basse et la plus vive de cette enveloppe, ce que j'admets sans aucune difficulté, en considérant le grand affaiblissement que fait subir à la lumière l'interposition du prisme à vision directe et sa petite section, qui formait comme un diaphragme dans la lunette.

» Quant à la petite valeur du diamètre solaire trouvée par moi avec cette méthode, elle a pour résultat de diminuer de 5 à 6 secondes d'arc le diamètre du *Nautical Almanac* ($32'3'' \pm$) ; ce résultat s'accorde avec celui de Encke, qui donnait $31'56'',8$, avec celui de M. Mazzola, publié dernièrement à Turin ($31'57'',3$), après l'avoir dépouillé des influences de l'oscillation atmosphérique, de l'irradiation, etc. Ma méthode spectroscopique a donc le mérite de corriger toutes ces irrégularités à la fois et en bloc. Si M. Respighi trouve une valeur différente, je ne saurais l'expliquer que par la manière particulière dont est faite l'observation, sans chronographe, ou par son équation personnelle, et par quelques-unes des causes indiquées dans ma Note précédente.

» Quant à la variabilité du diamètre lui-même, M. Mazzola la considère, dans quelques circonstances, comme réellement incontestable (1). J'espère rendre ce point encore plus clair dans une autre Communication. »

PHYSIQUE. — *Recherches sur la dissociation cristalline : Évaluation et répartition du travail dans les dissolutions salines;* par MM. **P.-A. Favre** et **C.-A. Valson.**

« Lorsque plusieurs sels à acides forts sont dissous dans une quantité d'eau suffisante, c'est-à-dire telle que l'action de chacun des sels sur le dissolvant puisse s'exercer librement, il s'établit, au sein de la liqueur et entre les éléments des sels, un équilibre tel, que chacun des radicaux métalloïdiques peut être supposé associé indifféremment à l'un quelconque des radicaux métalliques, et réciproquement. C'est ce qui résulte notamment de l'observation des phénomènes de thermoneutralité, laquelle avait été déduite de l'existence des *modules thermiques*.

» Ayant été amenés à étudier la question au point de vue des variations de volume qui accompagnent le phénomène de dissolution, nous avons pu constater que les densités des solutions salines satisfont à des relations du même genre. Il existe des modules de densité comme il existe des modules thermiques, et une *neutralité* par rapport aux densités comme par rapport à la chaleur. Comme nous aurons souvent à revenir sur ce second ordre de phénomènes, nous le désignerons, pour abréger, par la dénomination de *densi-neutralité* (2).

» La généralité des sels satisfait à cette double relation; cependant il en est un certain nombre qui font exception. L'étude de ces sels a fait l'objet de ce nouveau travail, dans lequel nous avons étudié la question au double point de vue de la chaleur et des densités.

» Les éléments de notre travail étaient déjà préparés et réunis, lorsque M. Berthelot a publié, tout récemment, plusieurs Mémoires importants

---

(1) *Atti della R. Acc. di Torino*, vol. VIII, p. 645.

(2) La relation de neutralité pour cette classe de sels s'étend même à des actions d'un autre ordre. Ainsi, par exemple, il résulte de travaux antérieurs que les actions capillaires satisfont aussi à la loi des modules, et que, par suite, elles sont du même ordre que les précédentes. Nous faisons d'autant plus volontiers ce rapprochement que, comme nous le faisions remarquer dans notre dernière Communication à l'Académie, les phénomènes dus à l'*affinité capillaire* offrent, à certains points de vue, une assez grande analogie avec les phénomènes dus à l'*affinité chimique*.

dans lesquels la même question est traitée au point de vue des actions calorifiques. Plusieurs des résultats obtenus par ce savant physicien offrent un intérêt considérable, particulièrement en ce qui concerne l'action comparée des acides *forts* et des acides *faibles*. Ces dénominations, qui, jusqu'à présent, ne correspondaient à rien de bien net, se trouvent maintenant précisées; la préférence et le choix que certains acides ont pour certaines bases se trouvent ainsi nettement affirmés et justifiés.

» Notre travail ne fera donc, sur certains points, que reproduire et confirmer des conclusions déjà données par M. Berthelot; et, malgré les recherches qu'il nous a coûtées, nous ne l'aurions pas publié si nous n'avions pas eu à exposer un ensemble de considérations nouvelles qui nous semblent de nature à intéresser les physiciens; nous voulons parler des résultats relatifs aux phénomènes que nous désignons sous le nom de *densi-neutralité*.

» Donnons d'abord un exemple, choisi parmi un grand nombre de sels qui satisfont sensiblement à la double relation de thermoneutralité et de densi-neutralité.

» Si, dans l'eau tenant déjà en dissolution 1 équivalent de chlorure de potassium et 1 équivalent de sulfate d'ammonium, on fait dissoudre 1 équivalent d'azotate de sodium, on trouve au calorimètre une absorption de 4702 calories. Si, d'un autre côté, on dissout la même quantité d'azotate de sodium dans l'eau pure, on trouve 4842 calories. La différence, 140 calories, est peu considérable, et, par suite, l'expérience comporte une vérification suffisante de la relation de thermoneutralité.

» La relation de neutralité pour les densités et pour les coercitions, dont les valeurs résultent de ces densités mêmes, est également vérifiée, ainsi que cela résulte du tableau suivant, dans lequel, comme dans nos Communications précédentes, P désigne le poids équivalent du sel, D et V sa densité et son volume à l'état solide, d la densité de la liqueur normale, v l'augmentation de volume du litre, produite par la dissolution de 1 équivalent de la solution, $V - v$ la contraction de volume et $\frac{V - v}{V}$ la contraction spécifique.

Tableau I.

	P	D	V	d	v	V — v	$\frac{V - v}{V}$
			cc		cc	cc	
AzO^6Na.....	85	2,241	37,9	1,0540	29,4	8,5	0,22
ClK........	74,5	1,976	37,8	1,0444	29,0	8,8	0,23
SO^4Am.....	66	1,766	37,4	1,0378	27,3	10,1	0,27
Moyennes..	75,2	1,994	37,7	1,0454 (1)	28,6	9,1	0,24
Mélange...	75,2	1,994	37,7	1,0445	29,4	8,3	0,22

» Considérons maintenant ce qui se produit pour un sel double, le sulfate cupropotassique, par exemple (2).

» En premier lieu, et comme dans le cas précédent, nous avons constaté que le sulfate de cuivre dissous, soit dans l'eau pure, soit dans l'eau contenant déjà 1 équivalent de sulfate de potassium, met en jeu la même quantité de chaleur.

» En second lieu, nous avons également constaté qu'on met en jeu la même quantité de chaleur lorsqu'on précipite par le chlorure de baryum soit le sulfate cupropotassique, soit ses sels constituants pris séparément.

» Il résulte de là que le sel double n'existe plus en dissolution et que la relation de thermoneutralité s'applique, comme dans le cas précédent,

---

(1) On voit que les valeurs de d, qui se rapportent à la moyenne et au mélange et qui servent à calculer les valeurs de v, $V - v$ et de $\frac{V - v}{V}$, offrent une concordance suffisante; le faible écart qui s'accentue davantage, comme erreur relative, dans les valeurs de v, $V - v$ et de $\frac{V - v}{V}$, sera beaucoup plus considérable dans les cas étudiés plus loin, où la relation de thermoneutralité cesse de se produire.

(2) Dans notre précédente Communication, nous avons signalé les diverses transformations que subit le sulfate cupropotassique sous l'influence de la chaleur. Nous avons voulu nous assurer si les sels constituants de ce sel double se séparaient lorsque, après avoir été fondu, puis solidifié par le refroidissement, il se résout spontanément en une fine poussière. A cet effet, nous avons comparé la chaleur de dissolution de ce sel, ainsi réduit en poussière, à la moyenne des chaleurs de dissolution des sels constituants pris séparément et à l'état anhydre. Ainsi, d'une part, SO^4K et SO^4Cu donnent, le premier, — 3361 calories, et le second, + 8198 calories; la moyenne est de + 2418 calories; d'autre part, $SO^4\frac{KCu}{2}$ donne + 2095 calories; il y a donc une différence en moins de 323 calories. Cette différence est bien dans le sens d'une combinaison, mais elle nous semble trop faible

aux sels constituants du sel double, que nous donnons ici comme exemple. C'est ce que nous avons dit depuis longtemps de tous les sels doubles.

» Examinons maintenant la question au point de vue des densités.

» Le tableau suivant renferme les nombres donnés par l'expérience et ceux qui s'en déduisent par le calcul :

Tableau II.

	P	D	V	*d*	*v*	V — *v*	$\frac{V-v}{V}$
			cc		cc	cc	
SO^4K.......	87	2,653	32,8	1,0662	19,6	13,2	0,40
SO^4Cu......	80	3,707	21,5	1,0777	2,1	19,4	0,90
Moyennes.	83,5	3,180	27,1	1,0720	10,8	16,3	0,60
Mélange...	83,5	3,180	27,1	1,0717	11,1	16,0	0,59

» La relation de densi-neutralité ressort de la comparaison des nombres inscrits dans ce tableau, comme elle ressortait des nombres inscrits dans le tableau I.

» Les sels doubles dont nous venons de parler donnent donc des dissolutions dans lesquelles chacun des sels constituants est dans le même état que s'il avait été dissous séparément; il n'en est plus de même pour les sels acides, qui, à l'état cristallin, constituent de véritables sels doubles. En effet, lorsqu'ils sont dissous, leurs sels constituants sont dans l'état où

---

pour qu'il nous soit permis de rien affirmer à cet égard, en tenant compte de ce seul résultat. Cependant il serait peut-être permis d'être plus affirmatif en ayant égard aux résultats obtenus pour les densités. En effet :

Densité de SO^4K	2,653
» SO^4Cu	3,707
Moyenne	3,180
Densité de $SO^4\frac{KCu}{2}$	2,784
Différence	0,396

Cette différence établit que les sels constituants du sel double ne sont plus à l'état de simple mélange. Il est vrai que l'association se produirait, dans ce cas, avec augmentation de volume, ce qui pourrait surprendre au premier abord; mais le même phénomène s'est déjà produit pour les aluns, comme nous avons eu occasion de le signaler, et il s'accentuera bien davantage dans une autre série de phénomènes dont il sera question dans notre prochaine Communication, où nous étudions les changements de volume qui accompagnent la combinaison des éléments constituants des sels.

ils se trouvent quand, après les avoir dissous séparément, on mêle les deux liqueurs, ainsi que l'a fait M. Thomsen. Or on sait que, dans ce cas, il y a une action réciproque des deux sels qui est accusée par une absorption de chaleur. Il nous a été facile de prouver que les sels constituants des sels acides dissous sont bien à l'état que nous venons de définir; il nous a suffi, pour cela, de précipiter par le chlorure de baryum les sulfates acides dissous; car alors la chaleur qui avait été absorbée dans l'action réciproque des deux sels dissous séparément, puis mélangés, a été restituée au calorimètre. Prenons pour exemple le sulfate acide de potassium, $(SO^4)^2KH$.

» La précipitation par le chlorure de baryum donne les résultats suivants, obtenus à la température de 19 degrés :

Sel dissous séparément SO^4K..............	2879^{cal}
» SO^4H............	4766
Somme.............	7645
Sel acide dissous $(SO^4)KH$..............	8450
Différence...........	805 (1)

» Le tableau suivant renferme les résultats relatifs aux densités :

Tableau III.

	P	D	V	d	v	$V - v$	$\frac{V - v}{V}$
SO^4K.......	87	2,653	cc 32,8	1,0662	cc 19,6	cc 13,2	0,40
SO^4H.......	49	1,848	26,5	1,0300	18,5	8,0	0,30
Moyennes.	68	2,250	29,7	1,0481	19,0	10,6	0,35
Mélange...	68	2,250(2)	29,7	1,0455	21,5	8,2	0,27

(1) La comparaison des chaleurs de dissolution donne les résultats suivants :

Sel dissous séparément SO^4K..........	-3361^{cal}
» SO^4H..........	+8816
Somme..........	+5455
Sel acide dissous $(SO^4)^2KH$...........	−3368
Différence........	+8823

Cette différence est l'expression thermique des deux réactions suivantes : 1° décomposition du sel acide en ses éléments constituants : sulfate de potassium, sulfate d'hydrogène et dissolution de ces sels; 2° action réciproque de ces deux sels dans leur dissolution aqueuse.

(2) La densité 2,246, donnée par l'expérience pour le sulfate acide de potassium cristal-

» Comme on le voit, l'accord n'existe plus entre le mélange et la moyenne, pour les valeurs de d et par conséquent pour les valeurs de v, $V - v$ et de $\frac{V - v}{V}$ qui s'en déduisent. Les différences observées montrent que la dissolution de $(SO^4)^2KH$, comparée à la moyenne des dissolutions de SO^4K et de SO^4H, est caractérisée par une différence de densité que pouvait faire prévoir l'expérience de M. Thomsen, rappelée plus haut, expérience dans laquelle une dissolution étendue d'acide sulfurique, mise en présence d'une dissolution également étendue de sulfate de potassium, donne du froid.

» Considérons maintenant les sels qui, mis en présence dans leurs dissolutions étendues, ne satisfont pas à la relation de la thermoneutralité. Nos recherches ont porté sur des sels dont plusieurs ont été déjà signalés et étudiés par M. Berthelot; et c'est parmi ces derniers que nous choisirons nos exemples.

» *Premier exemple.* — Dissolution de 1 équivalent de carbonate de sodium dans l'eau contenant 1 équivalent de sulfate d'ammonium.

» D'un côté, la chaleur de formation du carbonate de sodium, par la réaction de l'acide gazeux sur la soude, en dissolution étendue, est de 12940 calories; celle du sulfate d'ammonium est de 14888 calories; la somme de ces deux nombres est de 27828 calories. D'un autre côté, la chaleur de formation du carbonate d'ammonium par la réaction de l'acide carbonique gazeux sur l'ammoniaque, en dissolution étendue, est de 8473 calories, celle du sulfate de sodium est de 16301 calories; la somme de ces deux nombres est de 24774 calories. Il y a, entre ces deux sommes, une différence de 3054 calories. D'autre part, lorsqu'on dissout 1 équivalent de carbonate de sodium dans l'eau tenant en dissolution 1 équivalent de sulfate d'ammonium, la quantité de chaleur mise en jeu est de -10700 calories, tandis qu'elle n'est que de -7840 calories lorsqu'on opère la dissolution du carbonate de sodium dans l'eau pure. La différence, 2860 calories, entre ces deux nombres concorde sensiblement avec la première différence, 3054 calories. La relation de thermoneutralité cesse donc d'avoir lieu, et il se produit un phénomène nouveau, qui s'explique, comme l'a montré M. Berthelot, en admettant un échange presque complet entre les acides et les bases.

---

lisé, est sensiblement égale à la moyenne 2,250 des densités des deux sels constituants pris séparément, de sorte que la formation du sel acide semble avoir lieu sans variation notable du volume de ses éléments salins. Il est vrai que, dans la formation du sel acide, le sulfate d'hydrogène passe de l'état liquide à l'état solide.

» Considérons maintenant le phénomène au point de vue des densités et interprétons le tableau suivant qui s'y rapporte :

Tableau IV.

	P	D	V	d	v	$V - v$	$\frac{V-v}{V}$
			cc		cc	cc	
Co^3Na......	53	2,420	21,9	1,0519	1,0	20,9	0,96
SO^4Am.....	66	1,766	37,4	1,0378	27,3	10,1	0,27
Moyennes.	59,5	2,093	29,6	1,0448	14,1	15,5	0,61
Mélange...	59,5	2,093	29,6	1,0391 (1)	19,7	9,9	0,33
Co^3Am......	48	»	»	1,0178	29,7	»	»
SO^4Na......	71	2,681	26,5	1,0606	9,8	16,7	0,63
Moyennes.	59,5	»	»	1,0392	19,7	16,7	»

» Il résulte de ce tableau que : 1° les valeurs de d, v, $V - v$, $\frac{V-v}{V}$, qui conviennent au mélange, diffèrent notablement de la première moyenne; on a ainsi une nouvelle preuve que les sels Co^3Na et SO^4Am ont été modifiés dans le mélange; 2° la concordance se rétablit, au contraire, si l'on compare le mélange à la seconde moyenne; ce qui prouve que, dans ce mélange, les sels précédents ont été remplacés, à peu près complétement, par les sels Co^3Am et SO^4Na; le rapprochement ne peut être fait, il est vrai, que pour les valeurs de d et v, parce que nous ne possédions pas la densité du carbonate d'ammonium solide Co^3Am; mais, pour ces valeurs, elle est aussi complète qu'on peut le désirer; 3° l'écart constaté entre les valeurs de d, v, $V - v$, $\frac{V-v}{V}$, pour le mélange et pour la première moyenne, correspond à une augmentation de volume des éléments, quand on passe des sels Co^3Na et SO^4Am aux sels Co^3Am et SO^4Na; mais, en même temps, on constate un refroidissement correspondant à 2860 calories, ce qui semble indiquer que le travail de dissociation prédomine dans le phénomène.

» *Second exemple.* — Dissolution de 1 équivalent de borate de sodium dans de l'eau contenant 1 équivalent de sulfate d'ammonium.

» D'un côté, la chaleur de formation du borate de sodium est de 11723 calories, celle du sulfate d'ammonium est de 14888 calories; la somme de ces deux nombres est de 26611 calories. D'un autre côté, la

(1) Dans toutes nos expériences, nous avons pris les densités des mélanges qui se sont produits dans les expériences thermiques.

chaleur de formation du borate d'ammonium est de 8720 calories, celle du sulfate de sodium est de 16301 calories; la somme de ces deux nombres est de 25021 calories. Il y a, entre ces deux sommes, une différence de 1590 calories. D'autre part, lorsqu'on dissout 1 équivalent de borate de sodium dans de l'eau tenant en dissolution 1 équivalent de sulfate d'ammonium, la quantité de chaleur mise en jeu est de — 12206 calories (1), tandis qu'elle n'est que de — 11042, lorsqu'on opère la dissolution du borate de sodium dans l'eau pure. La différence, 1164 calories entre ces deux nombres, comparée avec la première différence 1590, donne un écart de 426 calories. Cet écart est plus considérable que dans le premier exemple; cependant si on l'évalue sous forme d'écart relatif, il n'est que de $\frac{1}{30}$ environ du nombre 12206, donné par l'expérience.

» Interprétons maintenant le tableau suivant, qui se rapporte au phénomène étudié au point de vue des densités :

Tableau V.

	P	D	V	*d*	*v*	V — *v*	$\frac{V-v}{V}$
			cc		cc	cc	
Bo^7Na......	101	2,376	42,6	1,0934	7,0	35,4	0,83
SO^4Am.....	66	1,766	37,4	1,0378	27,1	10,3	0,22
Moyennes.	83,5	2,066	40,0	1,0656	17,0	23,0	0,57
Mélange...	83,5	2,066	40,0	1,0594	22,8	17,2	0,43
Bo^7Am......	96	»	»	1,0601	34,0	»	»
SO^4Na......	71	2,681	26,5	1,0606	9,8	16,7	0,63
Moyennes.	83,5	»	»	1,0603	22,0	»	»

» L'interprétation de ce tableau conduit aux mêmes conclusions que pour le premier exemple; il est donc inutile de les reproduire. Nous ajouterons seulement une remarque : la différence entre les valeurs des contractions V — *v*, relatives à la moyenne et au mélange, est de

$$15^{cc},5 - 9^{cc},9 = 5^{cc},6,$$

dans le cas de la formation du carbonate d'ammonium (premier exemple, tableau IV), et de

$$23,0 - 17,2 = 5^{cc},8,$$

(1) La liqueur prend une odeur fortement ammoniacale, comme si l'ammoniaque était à l'état de liberté. La même remarque s'applique à l'exemple précédent.

dans le cas de la formation du borate d'ammonium (second exemple, tableau V); la concordance entre ces deux résultats montre que les deux radicaux Co^3 et Bo^7 agissent de la même manière au point de vue des contractions dans les deux échanges (1). »

GÉOLOGIE. — *Note sur la formation tertiaire supra-nummulitique du bassin de Carcassonne;* par M. LEYMERIE.

« Le système tertiaire du département de l'Aude, coordonné à la vallée du canal du Midi, encaissé entre la montagne Noire et les Corbières, se laisse tout naturellement diviser en deux parties ou bassins très-différents, par la nature et les caractères des terrains qui les constituent. Le voyageur qui se rend de Toulouse à Narbonne par la voie ferrée entre dans ce système, en sortant de la région lacustre miocène du pays toulousain, au col de Naurouse, où se partagent les eaux qui s'écoulent par le canal, d'une part, vers l'Océan et, d'autre part, vers la Méditerranée, et n'en sort qu'à Coursan, vers l'embouchure de l'Aude, où commence le département de l'Hérault. Dans ce long trajet, il a fréquemment l'occasion de constater les caractères du terrain dont il s'agit, et il ne saurait lui échapper que, à partir d'une ligne voisine du méridien de Lézignan, son facies change complétement; sa couleur devient terne et uniforme du côté de Narbonne, tandis qu'elle était vive et variée, souvent rouge, dans la région de Carcassonne.

(1) Nous tenons à signaler la grande concordance entre les nombres obtenus par M. Berthelot et les nôtres, à l'exception d'un seul (A). Cette concordance a, pour nous, d'autant plus d'intérêt que nos nombres ont été obtenus à l'aide d'un calorimètre différent et par des méthodes souvent différentes. Voici ces nombres :

	Berth.	F. et V.
	cal	cal
Bo^6 (Aq) + 1er NaO (Aq)	11560	11723
+ 2e NaO (Aq)	8260	8404
+ 3e NaO (Aq)	170	»
+ 3e et 4e NaO (Aq)	»	622
Bo^6 (Aq) + AmO (Aq)	8930	8720
Chaleur mise en jeu lorsqu'on mélange la dissolution de Bo^7Na avec la dissolution de So^4Am.	2250	1164 (A)
NaO (Aq) + 1er Co^2 gazeux	13050	12940
+ 2e Co^2 gazeux	3650	3392
AmO (Aq) + Co^2 gazeux	»	8473
Chaleur mise en jeu lorsqu'on mélange la dissolution de Co^3Na avec la dissolution de So^4Am.	3060	2860

» Le bassin narbonnais est, en effet, constitué d'une manière très-différente de celui de Carcassonne. Ses principaux éléments sont des calcaires blancs, plus ou moins marneux, et des marnes renfermant souvent du gypse en couches régulières, avec des argiles sableuses et des poudingues peu développés, étage lacustre éocène que recouvre assez fréquemment une assise de la molasse marine, qui prend un développement considérable plus loin dans l'Hérault. Ce système repose d'ailleurs directement sur le lias ou le grès vert, sans interposition de terrain nummulitique ni de garumnien (1).

» Nous ne faisons que mentionner ici ce facies narbonnais, dont nous pourrons faire plus tard l'objet d'une Communication spéciale, n'ayant pour but, dans la présente Note, que de jeter un rapide coup d'œil sur le bassin lacustre de Carcassonne, que nous avons complétement étudié, dans ces derniers temps, pour la carte géologique de l'Aude, bassin, je le répète, très-différent de celui de Narbonne, tant par sa composition que par sa position constante au-dessus de la formation nummulitique, et enfin par l'absence de tout dépôt pouvant se rapporter à la période miocène.

» Cet étage supra-nummulitique a été étudié par plusieurs géologues, particulièrement par M. d'Archiac, et surtout par M. Matheron, qui en a donné une bonne description dans son important Mémoire sur les dépôts fluvio-lacustres du midi de la France. Aussi n'ai-je pas la prétention de le faire connaître pour la première fois, mais seulement de mieux préciser la place qui revient à chacun de ses éléments dans l'ensemble de la formation où mes prédécesseurs avaient attribué un rôle trop important à certains d'entre eux, qui ne doivent être considérés, suivant moi, que comme des modifications ou des accidents dans une formation générale que j'appelle *carcassienne*.

» Le type du terrain dont il s'agit est le *grès de Carcassonne* (2) qui, dans une grande partie du département de l'Aude, constitue à lui seul tout le système. Il ne se compose pas seulement de grès, ainsi que ce nom pourrait le faire croire; si l'on voulait s'en faire une idée générale, il faudrait le considérer comme un dépôt aréno-argileux, assez friable, versicolore, servant en quelque sorte de matrice à des pseudo-couches ou amandes allongées, con-

(1) Il n'est question ici que du bassin narbonnais proprement dit, circonscrit par la limite du département de l'Aude.

(2) Ainsi nommé parce qu'il constitue le sol fondamental de la région dont cette ville est le centre. Une belle coupe montre ce terrain dans son état normal à la gare même, et la voie ferrée l'entame assez profondément à l'ouest de ce point jusqu'à la station de Pezens et au delà.

formément à la stratification, ou affaissées en divers sens, d'une molasse grise à ciment calcaire, un peu grenue, passant çà et là à un poudingue à petits éléments par la présence de petits cailloux, la plupart quartzeux, qui s'y accumulent en certaines places, quelquefois sous forme de veines. Cette molasse, aux environs de Carcassonne, offre la matière d'une belle pierre d'appareil bien connue dans le Languedoc sous le nom de *pierre de Carcassonne;* mais dans certaines parties de la montagne Noire, notamment à l'est de Conques, elle se présente fréquemment à l'état de plaquettes.

» Telle est la manière d'être de ce type à Carcassonne et aux environs, où, je le répète, il constitue à lui seul tout le système au-dessus du terrain nummulitique; mais, au sud de la vallée du canal, dans les collines qui peuvent être regardées comme les contre-forts des Corbières, il s'y introduit un poudingue à cailloux calcaires, qui devient plus régulier et plus fréquent au voisinage de ces montagnes. Cet état de choses s'accentue surtout dans la partie occidentale de cette région mamelonnée et à la limite du département; au méridien de Mirepoix, de nombreuses alternances de grès, de couches argileuses et de poudingues calcaires constituent un passage au poudingue de Palassou (1), qui prend ensuite ses véritables caractères avec un développement considérable dans la vallée de l'Ariége. D'où il résulte que ce dernier étage, qui, dans presque toute la longueur des Pyrénées, forme une sorte de cuirasse au-dessus du terrain à nummulites, doit être regardé comme un facies du grès de Carcassonne. Ce dernier terrain, d'ailleurs, participe, de ce côté de la vallée du canal, aux dérangements résultant de l'influence des mouvements pyrénéens, tandis que, sur le flanc de la montagne Noire, il n'offre, ainsi que les terrains garumnien et nummulitique qui le supportent, qu'une très-faible inclinaison dans le sens du versant méridional de cette montagne.

» Le grès de Carcassonne proprement dit est très-pauvre en fossiles: on y a trouvé de grandes tortues et des impressions de palmacites, et enfin une mâchoire de Lophiodon (*Loph. occitanicum*, Gervais) à Conques.

» Le grand étage arénacé dont nous venons d'indiquer brièvement les caractères est la base ou l'étoffe de la formation que nous appelons *carcassienne;* les parties dont il nous reste à parler ne doivent être considérées

(1) C'est dans ce terrain de passage qu'a été découverte à Camou, entre Chalabre et Mirepoix, une tête de Lophiodon qui semblerait rattacher ce gîte à celui d'Issel, dont il va être question.

que comme des modifications ou des accidents plus ou moins restreints de ce type général.

» Nous signalerons d'abord le *calcaire de Ventenac*, sur lequel M. Matheron a, le premier, attiré l'attention des géologues.

» Ce calcaire est blanc, subcompacte, à cassure fière, et renferme quelques coquilles lacustres, notamment un petit planorbe spécial. Nous le considérons, avec l'auteur que nous venons de citer, comme le congénère du calcaire à lignite de l'Hérault, bien qu'il joue un rôle spécial dans l'Aude. Il se montre à la base de la montagne Noire, seulement dans la partie moyenne du bassin, entre Alzonne et Conques, sous la forme d'une zone assez étroite. Il repose immédiatement sur l'étage nummulitique, dont il partage la faible inclinaison méridionale, et date par conséquent de l'origine de la formation carcassienne; on doit le regarder comme un facies calcaire du grès de Carcassonne, dont il remplacerait ici les couches les plus inférieures. On n'en trouve, du reste, aucune trace du côté des Corbières.

» Nous avons dit que le grès de Carcassonne repose sur le terrain nummulitique : cela est vrai pour presque tout le bassin qui fait l'objet de cette Note, excepté toutefois pour la partie occidentale ou terminale de la montagne Noire, où ce substratum manque à partir de Villespy, ainsi que l'étage garumnien auquel le terrain à nummulites est partout ailleurs superposé. C'est aussi là que le terrain que nous étudions offre les modifications les plus remarquables. On y distingue trois assises principales, que nous avons représentées ailleurs dans une coupe passant par Castelnaudary à travers la vallée du canal (1). Cette coupe montre d'abord le grès d'Issel, grossier et caillouteux, si connu par ses Lophiodon, et autres fossiles déterminés par Cuvier, passant sous une autre assise formée par une molasse tendre, argilo-sableuse, d'un gris clair assez terne, avec argile subordonnée, assise qui vient constituer la butte sur laquelle est située la ville de Castelnaudary et le fond de la vallée du canal où elle est intimement pénétrée, par places, d'une matière gypseuse particulièrement exploitée au Mas-Saintes-Puelles. Dans la même coupe, on voit, de l'autre côté de la vallée, un sol mamelonné formé par les alternances de molasse, de poudingue et d'argile ci-dessus signalées, sous lesquelles semble passer l'assise gypsifère et qui seraient par conséquent plus récentes que les assises précédentes.

» Cette partie de la coupe mérite d'ailleurs une attention particulière,

---

(1) Voir : *Étude sur l'étage inférieur du bassin sous-pyrénéen* (Mémoires de l'Académie des Sciences de Toulouse, 6e série, t. VI) et plus particulièrement la *description de la mon-*

car c'est dans l'assise supérieure que nous venons d'y signaler que vient s'intercaler un calcaire blanc (pierre à chaux de Castelnaudary), qui est très-connu des géologues par les Palæothériums parisiens qu'on y trouve assez fréquemment, avec d'autres mammifères de même époque, et par les magnifiques coquilles terrestres et fluviatiles qui s'y rencontrent associées à des œufs de tortue.

» Ce calcaire ne forme qu'une amande qui affleure en longueur sur le flanc des collines dans un espace de 12 kilomètres, entre Feudeilles et Ségala, près de Naurouse, et qui ne paraît pas s'enfoncer profondément dans le sein de l'assise dont il est question. Ce n'est donc qu'un simple accident, qu'on a considéré à tort comme constituant dans le système tertiaire une assise spéciale. Nous regardons d'ailleurs le grès d'Issel comme représentant la partie inférieure du système carcassien, différant en ce point d'opinion avec M. Matheron. Nous devons dire toutefois que ce grès ne repose pas immédiatement sur le gneiss de la montagne Noire. Il y a entre les deux une assise puissante, formée par une argilolite rouge, maculée de blanc, avec argile blanche intercalée, associée à des agglomérats considérables de cailloux roulés quartzeux, dépôt dont personne n'a parlé jusqu'ici, et qu'il est tout naturel de regarder comme un représentant clysmien du terrain garumnien, et peut-être aussi du terrain nummulitique, terrains qui ne commencent à se montrer, ainsi que nous l'avons dit ci-dessus, que plus loin à l'est vers le méridien de Villespy, là même où le terrain clysmien vient de disparaître.

» Tout cet ensemble, comprenant le grès de Carcassonne et ses modifications, forme donc un grand étage lacustre supérieur au terrain marin à nummulites, étage pour lequel nous proposons le nom de système *carcassien* ou de *formation carcassienne*. Nous pensons que ce terrain doit correspondre, dans son ensemble, à la partie supérieure du calcaire grossier et aux assises parisiennes qui lui sont postérieures, y compris le grès de Fontainebleau qui, suivant nous, doit être considéré comme éocène, puisque ses représentants au pied des Pyrénées ont participé au soulèvement de ces montagnes. »

---

tagne Noire, récemment publiée dans la *Revue des Sciences naturelles de Montpellier* et dont j'aurai l'honneur bientôt d'offrir un exemplaire à l'Académie.

TÉRATOLOGIE. — *Sur certains cas de double monstruosité, observés chez l'homme*. Note de M. **Roulin**.

« On peut voir en ce moment à Paris deux exemples très-remarquables d'une double monstruosité qui consiste en un développement excessif du système pileux coexistant avec un développement incomplet du système dentaire. Les individus qui présentent cette singulière monstruosité sont l'objet d'une exhibition publique déjà annoncée par divers journaux quotidiens et qui a fourni en particulier à l'un des rédacteurs du *Journal des Débats* la matière d'une très-intéressante notice. L'auteur, dont nous regrettons de ne pas connaître le nom, est évidemment un homme familier avec ces sortes de questions, et qui sait fort bien quels sont les avantages qu'on peut tirer pour leur élucidation des rapprochements entre faits analogues; aussi, quoique le but apparent de sa notice fût seulement de rectifier les idées que pouvaient faire naître les termes étranges par lesquels était annoncée sur les murs de Paris l'exhibition dont il s'agit, il avait eu soin, après avoir parlé des deux Russes à face velue exposés à la curiosité du public, de rappeler qu'une anomalie semblable avait déjà été constatée chez une femme de race indo-chinoise par des officiers anglais qui se trouvaient en 1755 en garnison dans la ville d'Ava.

» C'est aussi dans cette même ville d'Ava (et je demanderai plus tard que l'on s'en souvienne) qu'a été faite l'observation sur laquelle je désire appeler aujourd'hui l'attention de l'Académie; je l'emprunte à un ouvrage intitulé : *Journal d'une ambassade envoyée par le gouverneur général de l'Inde à la cour d'Ava*, par John Crawfurd, 2e édit.; Londres, 1834, 2 vol. in-8°.

» Le nom de M. Crawfurd, auteur de plusieurs ouvrages importants sur l'Inde anglaise et sur diverses parties des archipels indiens et malais, est assez connu pour me dispenser de tout éloge, et j'en dirai autant d'un savant naturaliste qui l'accompagnait dans cette mission.

» Le Dr Wallich, surintendant du jardin botanique de Calcutta, mettait à profit cette occasion d'enrichir de nouvelles espèces l'établissement placé sous sa direction; il était de plus chargé par la Compagnie des Indes de recueillir des renseignements sur l'importance des forêts de l'empire birman, en tant que fournissant des bois de construction, et sur les produits végétaux qui pouvaient être exportés de ce pays.

» M. J. Crawfurd était chargé de régler les conditions d'un traité de commerce qui avait été arrêté en principe au moment où se termina la

guerre. Sa relation, rédigée sous forme de journal, et qui est en grande partie remplie de ses discussions avec les diplomates birmans, contient de loin en loin des renseignements d'un intérêt plus général. Le passage suivant, que nous lui empruntons, est tiré du premier volume, pages 318 et suivantes.

» Depuis notre arrivée, dit l'auteur, nous avions beaucoup entendu parler d'une personne dont le corps était entièrement velu, et qui, assurait-on, ressemblait bien plus à un singe qu'à une créature humaine; cette dernière assertion, nous sommes heureux de le dire, était fort éloignée de la vérité, comme nous pûmes bientôt nous en assurer par le témoignage de nos yeux. Le roi, qui avait appris que nous étions curieux de voir cet individu, eut la politesse de l'envoyer, il y a quelques jours, à notre logement, de sorte que nous pûmes, le D[r] Wallich et moi, l'examiner à loisir et lui faire les questions qui nous semblèrent nécessaires pour bien connaître son histoire; je la donne ici d'après les notes que nous prîmes séance tenante.

» Le nom de cet homme est *Shwe-Maong*, et il se dit âgé de trente ans. Il était né dans le district de Maiyong-gyi, canton du Laos, situé sur le cours de la rivière Saluen ou Martaban. Le saubwa, ou chef du canton, l'envoya au roi à titre de curiosité, lorsqu'il n'était encore âgé que de cinq ans, et depuis ce temps il était toujours resté à Ava. Sa taille est de 5 pieds $3\frac{1}{2}$ pouces, ce qui est la taille ordinaire des Birmans; toute sa personne est frêle, comparée à celle des hommes de race indo-chinoise dont l'aspect est robuste, et il paraît être d'une constitution délicate; son teint n'a rien de remarquable, si ce n'est d'être d'une teinte peut-être un peu plus claire que celui du commun des Birmans; ses yeux sont d'un brun foncé, un peu moins noirs que l'ordinaire; j'en dirai autant de ses cheveux, qui sont plus fins et un peu moins copieux que ceux qui couvrent le crâne de ses compatriotes.

» Le front tout entier, les joues, les paupières, le nez, y compris une partie de l'intérieur des narines, le menton, en un mot la face tout entière, à l'exception du bord rouge des lèvres, est couverte de poils fins; sur le front et les joues ces poils sont longs de 8 pouces environ, et de 4 sur le nez et le menton; leur couleur est d'un gris argenté; leur texture est soyeuse, mais ils sont plats et nullement disposés à boucler. La surface postérieure de l'oreille et la surface antérieure, de même qu'une partie du conduit auditif externe, sont couvertes d'un poil de même nature que celui de la face, de 8 pouces de longueur environ. C'est à cette toison

qu'est dû surtout ce que cette face a d'étrange et fait d'abord hésiter à y reconnaître une face humaine. On peut dire qu'on n'y voit point de cils ni de sourcils proprement dits; à la place où on les eût cherchés, on n'aperçoit que ces poils soyeux dont est couvert le reste du visage. Shwe-Maong nous dit que, lorsqu'il était enfant, cette singulière toison était d'une nuance beaucoup plus claire que celle qu'elle présente aujourd'hui. Le corps tout entier, à l'exception des mains et des pieds, est couvert de poils semblables, pour la texture et pour la couleur, à ceux dont nous venons de parler, mais en général plus clair-semés; ces poils ne sont nulle part plus épais que le long de l'épine dorsale et aux épaules, où leur longueur est de 5 pouces; à la poitrine, ils n'en ont pas plus de 4; enfin ils sont rares sur les avant-bras, sur les cuisses et sur l'abdomen.

» Nous avions d'abord pensé que cette singulière toison pouvait bien se renouveler d'une manière plus ou moins complète par une sorte de mue survenant périodiquement ou à des intervalles de temps irréguliers; mais les questions que nous fîmes à cet égard nous obligèrent à renoncer à cette conjecture; aucun changement sensible à cet égard ne survient dans le cours de l'année.

» Quoique âgé seulement de trente ans, Shwe-Maong présente, à certains égards, l'aspect d'un homme de cinquante ou soixante ans, ce qui tient surtout à ce qu'il a les joues creuses, et ses joues sont ainsi affaissées faute d'être soutenues, comme elles le sont dans le commun des hommes, par la double rangée des molaires. En lui faisant ouvrir la bouche, nous avons constaté qu'il n'a à la mâchoire inférieure que cinq dents : quatre incisives et la canine de gauche, et à la mâchoire inférieure que les quatre incisives dont les deux externes ressemblent un peu à des canines. En haut comme en bas nulle trace de molaires, et il manque même aux deux os maxillaires toute la partie dans laquelle les germes de ces dents, ou leurs racines, auraient pu se loger; il avait conservé ses premières dents jusqu'à près de vingt ans, et c'était à cet âge seulement que lui étaient venues celles que nous lui voyons aujourd'hui. Ces dents, toutes bien saines, un peu petites d'ailleurs, ont apparu dans l'ordre ordinaire; il n'en avait perdu aucune et, n'ayant jamais eu de molaires, il était encore à comprendre ce qu'il eût gagné à en avoir.

» Les traits de cet homme sont réguliers, et l'on peut dire que, pour un Birman, il n'est pas laid. Sous le rapport des facultés intellectuelles, il n'est point non plus trop à plaindre, il nous a paru même un homme sensé, et à cet égard plutôt au-dessus qu'au-dessous de la moyenne.

» Shwe-Maong nous a fait l'histoire du développement de son enveloppe pileuse depuis l'époque où elle avait commencé à attirer l'attention, c'est-à-dire depuis sa naissance. En venant au monde, en effet, il avait déjà les oreilles couvertes de poils longs de 2 pouces et d'une couleur approchant de celle de la filasse; c'est vers l'âge de six ans que le reste du corps commença à se garnir de poils, et c'est le front qui fut le premier envahi. Il nous a dit positivement que chez lui l'époque de la puberté avait tardé jusqu'à sa vingtième année.

» Ce fut deux années plus tard qu'il se maria, le roi, pour nous servir de ses expressions, lui ayant alors fait don d'une femme; il y avait de cela huit ans. Il avait eu déjà de cette femme quatre enfants, tous du sexe féminin. L'aînée était morte à l'âge de trois ans, et la seconde à onze mois, l'une et l'autre sans avoir présenté rien qui les distinguât des enfants ordinaires.

» La mère qui, dans le pays, pouvait passer pour une assez jolie femme, nous est venue aujourd'hui (4 novembre 1824) avec les deux enfants qui lui restent; l'aînée, âgée de cinq ans environ, est véritablement une très-gentille enfant qui ressemble beaucoup à sa mère et n'a rien qui rappelle le père ; elle avait commencé à percer ses dents à l'époque ordinaire, et cette première dentition était complète à l'âge de deux ans. La dernière petite fille qui a deux ans et demi environ est robuste et bien portante; au moment de sa naissance elle avait déjà du poil en avant de l'oreille; à l'âge de six mois les poils gagnèrent toute la conque, et à un an ils avaient déjà commencé à envahir d'autres parties du corps; ces poils sont d'un blond filasse. Ce fut à deux ans seulement qu'on vit poindre chez elle deux incisives à chaque mâchoire, et jusqu'à présent elle en est restée là.

» Shwe-Maong nous a assuré que dans sa famille personne, à sa connaissance, n'avait offert les particularités qui le distinguent, et il n'a jamais entendu dire que, dans le pays où il est né, des cas analogues se soient présentés. »

» Comme on le voit par ce dernier paragraphe, les cas de monstruosité du genre de celui que présentaient Shwe-Maong et sa fille cadette étaient rares dans le pays birman à l'époque où écrivait M. Crawfurd; devons-nous supposer qu'ils sont, depuis lors, devenus beaucoup plus communs, ainsi que semble le supposer l'auteur de l'article déjà cité (1)? Cela n'a certainement

(1) « Une autre femme affectée d'une pareille infirmité (développement excessif du système pileux correspondant à un développement très-incomplet du système dentaire) a été montrée en 1855 aux officiers anglais en garnison à Ava, et l'on a pu constater que des phénomènes

rien d'impossible, mais c'est bien peu probable, et il n'y a nulle invraisemblance à supposer que des observations successives faites dans un même lieu, mais à de lointains intervalles, au lieu d'être rapportées à plusieurs individus distincts, peuvent s'appliquer toutes à une seule et même personne. Ainsi, pour revenir à la femme qu'ont vue en 1855 les officiers anglais qui étaient en garnison à Ava, et qui, malheureusement, ont négligé de nous faire connaître son âge, admettons pour un moment que cet âge fût de trente-quatre à trente-cinq ans; c'est justement l'âge qu'aurait eu la quatrième fille de Shwe-Maong, qui, lorsqu'elle fut amenée à Crawfurd en novembre 1824, avait deux ans et demi environ. Son père alors en comptait trente, et quand cette fille, qu'on nous représente comme une enfant robuste et bien portante, eût un peu dépassé cet âge, il n'y aurait pas à s'en étonner. Enfin, qui nous dit que dans ce ménage, où les trois aînées tenaient toutes du côté maternel et où l'influence du père n'a commencé à se faire sentir qu'à la quatrième naissance, une cinquième fille n'ait pour la seconde fois reproduit le type paternel. C'est là, j'en conviens, une pure hypothèse, mais moins répugnante à la raison que celle qu'il faudrait admettre en se plaçant à un autre point de vue.

» Les cas de double monstruosité sont, je le répète, très-rares, aussi rares en Europe (1) qu'en Asie, et c'est pour cela qu'il ne faut pas, quand ils se présentent, les laisser passer avant de les avoir bien étudiés. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

TÉRATOLOGIE. — *Nouvelles recherches sur l'origine et le mode de développement des monstres omphalosites;* par M. C. DARESTE.

(Renvoi à la Section d'Anatomie et Zoologie.)

« J'ai donné, dans un premier travail, présenté à l'Académie le 5 juillet 1865, l'explication d'un certain nombre de faits que présente l'histoire

---

semblables n'étaient pas rares dans l'empire des Birmans. » (*Journal des Débats*, 18 octobre 1873.)

(1) Les deux Russes qui sont aujourd'hui l'objet d'une exposition publique dans Paris ne sont pas les seuls hommes à face velue qui nous soient venus du même pays. Voici, en effet, ce qu'on lit dans Buffon, *Hist. nat.*, *Supplém.*, t. IV, p. 574 : « Nous avons vu à Paris, dans l'année 1774, un Russe dont le front et tout le visage étaient couverts d'un poil noir comme sa barbe et ses cheveux. »

Il est à croire que l'anomalie portait seulement sur le système pileux; car, si la dentition eût été notablement défectueuse, l'homme qui tirait profit de cette exhibition n'eût pas manqué de faire ressortir ce trait comme un appât de plus pour les curieux.

des monstres omphalosites, et qui jusqu'alors étaient restés autant d'énigmes pour la Physiologie. J'ai montré que ces monstres peuvent se produire chez les Oiseaux et les Poissons, comme chez les Mammifères; mais qu'ils n'ont, chez tous ces animaux, qu'une existence très-courte, presque éphémère, s'ils ne se sont point développés sur un même œuf, simultanément avec un autre embryon bien conformé, parce que, étant, le plus souvent du moins, privés de cœur, c'est le cœur du frère jumeau qui sert de moteur pour leur circulation. Leur vie ne peut donc se prolonger au delà d'une certaine période, très-voisine de leur origine, qu'à l'aide de la vie d'un autre individu, avec lequel ils ont des connexions vasculaires, formées d'abord par la circulation vitelline et, plus tard, par la circulation allantoïdienne chez les Oiseaux et par la circulation placentaire chez les Mammifères.

» Ces monstres omphalosites possèdent des organisations très-différentes, depuis les Anides, simples masses de tissu cellulaire, jusqu'aux Paracéphales, qui reproduisent, à bien des égards, sauf l'imperfection de la tête et l'absence du cœur, le type normal. Toutefois, la formation et le développement de ces monstres présentent un ensemble de conditions communes, d'autant plus remarquables qu'elles s'écartent, à bien des égards, de celles qui déterminent la formation et le développement des êtres normaux.

» Dans l'organisation animale, tout se lie et tout s'enchaîne, et tous les organes sont dans une dépendance mutuelle les uns des autres, dépendance qui se manifeste, au point de vue anatomique, par la corrélation des formes, et, au point de vue physiologique, par l'harmonie des fonctions. Rien de pareil dans les monstres omphalosites, dont toutes les parties se constituent isolément et sans qu'il y ait entre elles de solidarité anatomique ou physiologique, sans que l'on retrouve, par conséquent, cette succession et cet enchaînement de formations organiques, qui sont si évidentes dans les périodes postérieures du développement.

» Rappelons brièvement les premiers états que traverse l'embryon. Il apparaît d'abord au centre du blastoderme, sous la forme d'un petit disque circulaire, qui s'allonge suivant un de ses diamètres et prend une forme oblongue; puis on voit apparaître la ligne ou gouttière primitive, premier indice du canal vertébral, d'abord à l'extrémité antérieure et ensuite à l'extrémité postérieure; puis on voit la tête se produire à l'extrémité antérieure, sous la forme d'un bourgeon; enfin apparaissent, de chaque côté du corps, deux paires de bourgeons, qui deviendront les membres.

» Or, d'une part, l'embryon peut s'arrêter et se compléter dans chacun de ces états; d'autre part, l'arrêt de développement d'une de ces parties n'entraîne pas nécessairement celui des parties qui se développent ensuite. En partant de ces notions, on peut expliquer facilement les types tératologiques si étranges que présentent les monstres omphalosites.

» Ainsi l'embryon peut s'arrêter dans sa première forme, celle d'un disque circulaire, et cependant continuer à s'accroître. Dans ce cas, le disque embryonnaire ne se sépare pas de l'aire vasculaire dans laquelle se produit, comme d'ordinaire, un réseau de vaisseaux capillaires qui se remplissent de sang et de globules rouges. Si des unions vasculaires avec un frère jumeau permettaient à de pareils embryons de continuer à se développer, on verrait apparaître le type des *Anides*, simples masses de tissu cellulaire, revêtues d'une peau complétement formée, et dans l'intérieur desquelles on rencontre un certain nombre de vaisseaux sanguins.

» Lorsque l'embryon a pris une forme allongée, la gouttière primitive se produit sur son grand axe, apparaissant d'abord à la partie postérieure et ensuite à la partie antérieure. Si l'embryon s'arrête dans le premier état, on aura un monstre *peracéphale* et, dans le second, un monstre *acéphale*. Ces deux types caractérisés, le premier par l'absence des régions thoracique et céphalique, le second par l'absence de la région céphalique seule, se compléteront par la formation et le reploiement des lames viscérales et par l'apparition des membres.

» Mais il peut arriver aussi que la gouttière primitive et, par suite, le canal vertébral ne se forment pas. Le disque embryonnaire pourra néanmoins se compléter par le reploiement des lames verticales et la formation des membres. On voit alors se produire les Mylacéphales qui paraissent réduits à un ou deux membres postérieurs. L'absence de la gouttière vertébrale peut d'ailleurs se rencontrer dans des types d'une organisation plus complète, comme les Peracéphales et les Acéphales, et même dans les Hémiacéphales qui présentent une tête rudimentaire.

» On voit également, dans certains cas, que cet arrêt de développement du disque embryonnaire, dans lequel la gouttière primitive ne s'est point formée, n'empêche pas la formation de la tête à son extrémité. J'ai rencontré plusieurs fois de pareils embryons de poule qui paraissaient entièrement réduits à une tête rudimentaire, portant toujours au-dessous d'elle un cœur très-imparfait. Ces embryons, malgré la présence d'un organe moteur pour la circulation, sont cependant condamnés à une mort prochaine, lorsqu'ils se développent isolément, évidemment par l'impossibilité

de la formation de l'allantoïde et de l'établissement de la respiration allantoïdienne.

» Ailleurs le disque embryonnaire se complète par la formation et le reploiement des lames ventrales et produit une tête à son extrémité antérieure, mais ne présente ni gouttière vertébrale ni membres. Ainsi se constitue le type des Hétéroïdes, décrit par Pictet, et que j'ai eu moi-même occasion d'étudier. La tête présente alors, dans ses pièces osseuses, l'indication de la Cyclopie, qui est elle-même le résultat d'un arrêt de développement.

» Cette absence de la gouttière primitive, qui n'empêche pas le développement de la tête et des membres, est un fait d'autant plus digne de remarque, que la formation du canal vertébral est le premier fait qui manifeste dans l'embryon l'apparition du type de l'animal vertébré. Il est fort curieux de voir des organisations, souvent très-complexes, échapper ainsi complétement à la condition la plus caractéristique de l'embranchement auquel elles appartiennent par leur origine.

» Enfin tous les développements peuvent se faire suivant leur succession normale, sauf celui de la tête, qui tantôt manque complétement, et tantôt reste dans un état rudimentaire ou du moins très-incomplet : c'est le cas des monstres acéphaliens et paracéphaliens.

» Il est donc possible, en partant de cette notion du défaut de solidarité des diverses parties de l'organisme, lorsqu'elles sont encore constituées par des blastèmes homogènes, d'expliquer toutes les organisations, si bizarres en apparence, que présentent les monstres omphalosites, lorsque le cœur d'un frère jumeau a pu faire circuler le sang oxygéné dans leur appareil vasculaire.

» Tous ces faits sont très-intéressants par eux-mêmes; ils deviennent plus intéressants encore parce qu'ils expliquent ce qui se passe dans la formation d'un grand nombre de monstres doubles, de ceux que Is.-Geoffroy Saint-Hilaire appelait des monstres doubles parasitaires, et qui résultent de la soudure d'un sujet complet avec un sujet plus ou moins incomplet. Ces sujets, plus ou moins incomplets, présentent presque tous les types des monstres omphalosites; et cela s'explique très-facilement : lorsque deux embryons se développent sur un même blastoderme, il arrive très-fréquemment que leur développement est inégal, et que l'un d'eux est frappé de l'un quelconque de ces arrêts de développement que je viens de décrire. Si les deux frères jumeaux se développent isolément, n'ayant qu'une union médiate par le vitellus ou la vésicule ombilicale, on aura un sujet bien con-

formé et un monstre omphalosite. Si les deux frères jumeaux viennent à se souder, on aura un monstre double parasitaire. Tout dépend, dans l'un et l'autre cas, de la position plus ou moins rapprochée des deux embryons sur le même blastoderme. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Nouveau procédé de condensation des matières liquéfiables tenues en suspension dans les gaz. Réponse à M. Colladon.* Note de MM. **É. Pelouze** et **P. Audouin**, présentée par M. Peligot. (Extrait.)

(Commissaires précédemment nommés : MM. Peligot, Jamin, Rolland.)

« Nous avons eu l'honneur de présenter dernièrement à l'Académie un Mémoire sur un *Nouveau procédé de condensation des matières liquéfiables tenues en suspension dans les gaz*, procédé adopté depuis quelques mois dans plusieurs usines à gaz, où il fonctionne avec un plein succès.

» M. Colladon, de Genève, s'appuyant sur un brevet pris par lui en 1857, sous le titre de *Nouvel appareil servant à laver et à saturer le gaz*, réclame aujourd'hui la priorité de cette invention. Le titre seul de son brevet, opposé à celui de notre Mémoire, suffirait à démontrer que nous nous sommes proposé un tout autre but.

» Ce qui, en effet, constitue la nouveauté de notre moyen de condensation, c'est l'idée d'obtenir cette condensation *à sec*, par le simple choc des matières liquéfiables très-divisées, sans l'intervention de l'eau ou de solutions liquides quelconques et sans surfaces de refroidissement.

» Rien de semblable dans la description du brevet de M. Colladon, ni dans la Note présentée par lui à l'Académie des Sciences, dans sa séance du 13 octobre dernier; il est constamment question d'un laveur mécanique pouvant servir au besoin à la carburation des gaz; aussi les deux appareils présentent-ils une différence absolue, ainsi que le constatent les plans et dessins qui accompagnent les brevets de M. Colladon.

» Les explications données par M. Colladon s'appliquent aux phénomènes tels qu'ils se produisent dans les appareils laveurs employés depuis longtemps; l'auteur n'a fait que retourner les termes du problème en ce qui concerne l'opération désignée sous le nom de lavage du gaz : au lieu de maintenir humides, par un écoulement d'eau, les surfaces solides au contact desquelles le gaz doit se laver comme dans les colonnes à coke, scrubbers, etc., il immobilise le liquide en le plaçant dans des cuves, et il met en mouvement les surfaces solides représentées dans son appareil par des peignes ou par des plaques à ouvertures contrariées, assu-

rant l'efficacité d'action qui résulte d'un renouvellement continu du liquide laveur par l'immersion de ces surfaces solides dans les cuves, et cela à l'aide d'un mouvement continu ou alternatif.

» Rien n'indique que M. Colladon ait entrevu la possibilité de condenser les matières liquéfiables tenues en suspension dans le gaz sans l'intervention de liquides ou de surfaces refroidissantes. Son appareil est un laveur ou un carburateur, selon la nature du liquide dans lequel il le fait plonger; il n'a aucune analogie avec notre condensateur, établi sur de tout autres principes. Tel est, du reste, l'avis unanime d'un grand nombre d'ingénieurs que nous avons consultés sur cette question. »

VITICULTURE. — *Le Phylloxera n'est pas la cause, mais une conséquence de la maladie de la vigne.* Extrait d'une Lettre de M. **Guérin-Méneville** à M. le Secrétaire perpétuel.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Dans la séance du lundi 20 courant, vous avez présenté une Note de M. H. Marès, qui vient confirmer les conclusions que j'ai présentées, dès l'origine de la maladie des vignes, relativement au rôle que joue le Phylloxera dans cette épiphytie.

» Pendant mes tournées séricicoles, j'ai pu m'assurer que c'est un état pathologique de la vigne qui a favorisé l'énorme multiplication du Phylloxera, l'un des parasites naturels de cette plante.

» Jusqu'ici cet insecte était demeuré presque inaperçu, à cause de sa petitesse, de sa vie cachée et de son insignifiance comme espèce zoologique, ce qui n'avait pas engagé à le rechercher et à le distinguer parmi les innombrables espèces du groupe de parasites auquel il appartient.

» Dans les nombreux articles publiés à ce sujet, j'en ai remarqué beaucoup qui confirment la théorie que je soutiens, à savoir, que *ce parasite n'est pas la cause, mais une conséquence de la maladie des vignes.* En effet, M. H. Marès et beaucoup de ces observateurs montrent que, parmi les innombrables remèdes que l'on propose, ceux qui contiennent quelques substances jouant le rôle d'engrais ou de stimulant, ont seuls donné quelques résultats favorables. »

VITICULTURE. — *Note sur les renflements produits par le Phylloxera sur les radicelles de la vigne;* par M. MAX. CORNU, délégué de l'Académie.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Ce qui rend le Phylloxera redoutable, c'est que non-seulement il vit aux dépens des organes souterrains de la vigne, mais qu'il en détruit les radicelles, spécialement chargées de nourrir la plante. J'ai, l'année dernière, insisté déjà sur ce fait, que ce n'est pas l'absorption par le parasite d'une certaine quantité de séve ou de plasma qui fait mourir la plante, mais bien la destruction des racines.

» Quand on déchausse un cep dans une région envahie depuis plusieurs années par le Phylloxera, on est frappé, au premier coup d'œil, de l'absence de chevelu; les racines grêles sont très-rares, les racines plus grosses se terminent souvent brusquement, leur extrémité est carrée, leur tissu interne prend souvent une teinte rouge; l'écorce offre un aspect particulier, elle a une surface bosselée et crevassée, qui dénote un état évident de dépérissement du végétal. Moins faciles à noter que les autres, ces caractères sont pourtant bien reconnaissables; mais ce qui est saisissant sur le pied souffrant depuis longtemps par l'action du parasite, c'est la rareté des petites racines et l'absence presque complète de chevelu.

» Sur des pieds attaqués depuis peu de temps, le chevelu s'est singulièrement modifié, ainsi que M. Planchon l'a reconnu le premier; c'est le symptôme le plus net et le plus évident : les radicelles, au lieu d'être cylindriques et grêles, se sont diversement renflées et ont pris un aspect très-anomal, qui frappe toujours les cultivateurs habitués à observer les plantes saines; la couleur, différente de celle des radicelles en bonne santé, attire l'œil; elle est en général voisine du jaune vif ou du jaune d'or, mais peut notablement varier. Dans les terrains très-fertiles et très-frais, on en rencontre encore quelquefois, même pendant plusieurs années, tandis que, dans les terrains secs ou peu fertiles, elles manquent au bout de peu de temps, la production de radicelles nouvelles n'ayant pas lieu avec facilité.

» Ces renflements ou nodosités ont des formes très-diverses, et nous essayerons ultérieurement de nous rendre compte de cette variété et d'expliquer d'où elle provient. Ils ont tantôt l'apparence d'un crochet renflé dans la portion courbée; on les comparerait volontiers à un bec de héron. Le Phylloxera occupe la partie interne de la courbure. Cette forme est de beaucoup la plus commune; le renflement n'est que peu développé en général, et il résulte le plus souvent de l'action d'un Phylloxera unique; tan-

tôt, au contraire, la radicelle est démesurément accrue, couverte de bosselures et creusée d'un grand nombre de cavités séparées et distinctes, ou, au contraire, confluentes. Ces dépressions impriment à la formation tout entière des torsions très-diverses qui donnent des formes très-nombreuses et très-différentes.

» La couleur est aussi variable que la forme : opaline dans certains cas, elle est quelquefois très-brune et subéreuse comme celle des racines adultes; d'autres fois elle est plus claire, et l'on distingue à la loupe de petites plaques brunes assez régulièrement espacées, se détachant sur un fond blanchâtre ou jaunâtre; la teinte ordinaire et fondamentale est d'un jaune vif ou d'un jaune d'or; mais cette couleur ne dure pas longtemps dans la nature; les renflements qui la présentent ne tardent pas à la perdre et à tourner au brun; ceux qui frappent le regard sont relativement jeunes et beaucoup plus récents que ceux qui, peu visibles, ont pris la teinte brune.

» La variété des formes et des couleurs est extrême (1).

» A une certaine époque de l'année, en général vers la fin de l'été, les renflements prennent une teinte brune, deviennent flasques, pourrissent ou plutôt se flétrissent. L'absorption qui n'a lieu qu'à la faveur du tissu jeune et toujours renouvelé des radicelles ne peut plus avoir lieu; la suppression des radicelles entraîne le dépérissement et la mort de la vigne. Je n'avais pu observer l'an dernier, à cause de la saison avancée, que les renflements produits non sur les radicelles, mais sur les racines d'un petit diamètre. J'ai repris cette année l'étude de l'altération des radicelles avec des matériaux meilleurs; à partir d'une certaine époque, les renflements disparaissent ou sont très-rares; l'été est la saison la plus favorable pour les observer.

» Ces renflements des radicelles, destinés à périr bientôt, sont la cause du mal produit par le Phylloxera. On prétend encore, de temps en temps, qu'ils sont le résultat d'une végétation normale et qu'ils se rencontrent aussi sur des vignes où l'on ne peut découvrir aucun insecte. Cette opinion est parfois soutenue, dans le département de la Gironde notamment, et les conséquences en sont désastreuses.

» On voit, en effet, de malheureux paysans, ruinés par cette maladie

---

(1) Je joins à cette Note trois planches coloriées représentant, l'une une racine de Malbec (cépage du Bordelais), chargée de nodosités, et les deux autres des exemples de divers renflements.

qu'ils attribuent à des causes vagues et indéterminées, s'acharner, malgré un insuccès constant, à replanter des vignes sur des points contagionnés depuis plusieurs années. N'est-il pas douloureux de les voir retourner le sol, y enfouir des engrais inutiles, faire successivement les nombreuses et pénibles façons que réclame la culture de la vigne, lorsqu'on sait que dans cette terre profonde et fertile de la palud de Bordeaux les sarments plantés resteront toujours grêles et chétifs et même mourront le plus souvent?

» Ne devrait-on pas, au lieu de les encourager, dire à ces pauvres gens qu'ils dépensent en pure perte leur argent, leur temps, leur travail, et que leur terre infectée demeurera improductive malgré le labeur de toute une année? Et cependant, fermant les yeux à l'évidence, par esprit de système, par légèreté ou par insouciance, on soutient encore que le Phylloxera n'est pas *la cause de la maladie des vignes*.

» Quelle lourde responsabilité pour ceux qui, influents dans leur pays, à quelque titre que ce soit, soutiennent et propagent une opinion pareille!

» Ceux qui ne croient pas à l'influence du Phylloxera comme cause déterminante de la maladie devraient faire l'expérience suivante, qui réussit aisément et qui est concluante. Dans deux vases de même capacité et remplis de la même terre, on plante deux portions d'une même branche de vigne souffrant ou non de la maladie. Ces boutures, cultivées avec soin, développent pendant l'été des racines nombreuses, et l'on peut s'assurer, par l'observation directe, qu'elles ne présentent aucun renflement. Si le rameau auquel elles ont été empruntées appartenait à une vigne malade, cela prouve que les renflements ne sont pas dus à une altération intime et pour ainsi dire constitutionnelle, à une dégénérescence, à une modification de la séve du cep, puisque les boutures qui en proviennent ne présentent pas cette altération.

» Si maintenant sur les racines de l'une d'elles on transporte un certain nombre de Phylloxeras, et il suffit pour cela de les mettre en contact avec des plaques d'écorces chargées d'insectes, prises sur des vignes malades, on voit au bout de peu de jours les renflements se produire en grand nombre. L'autre bouture, qui n'a pas reçu de Phylloxeras, qu'on a protégée contre l'envahissement possible de l'insecte, sert de *témoin;* elle permet de comparer, dans des conditions identiques d'ailleurs, sauf la présence de l'insecte, le développement resté normal des racines saines à l'altération des racines malades.

» On arrive ainsi à démontrer sans réplique, ce qui peut être fait d'ailleurs de bien d'autres façons, que les renflements ne sont pas la consé-

quence d'une dégénérescence du cep ou de toute autre cause, mais qu'ils sont uniquement déterminés par la présence de l'insecte.

» Il faut se garder de confondre avec l'altération précédente certaines racines adventives grosses et jaunes surtout à leur extrémité, et qui sont le résultat d'une végétation luxuriante; on les observe fréquemment dans les terres fertiles, sur les boutures cultivées en pots, à la chaleur dans un sol riche; les jeunes plants enracinés en offrent aussi des exemples. La confusion n'est possible que pour ceux qui n'ont pas vu de renflements des radicelles ou qui n'ont pas remarqué ces sortes de racines; il n'y a entre les deux formations qu'une grossière analogie.

» Les radicelles portent quelquefois plusieurs renflements en divers points de leur hauteur et des radicelles adventives munies elles-mêmes de renflements. On peut se demander si ces formations sont toutes contemporaines? Si elles ont été produites successivement, par quelle série d'états a passé le renflement que l'on voit hérissé de bosselures et creusé d'excavations nombreuses? Les renflements des racines étaient-ils antérieurs au renflement de la radicelle même? Les renflements peuvent-ils, au contraire, émettre des radicelles saines et concourir dans une certaine mesure à la nutrition du végétal? En d'autres termes, et ceci a son importance pratique au point de vue d'essais qui seraient tentés dans ce sens, un traitement qui anéantirait les nodosités ainsi que les insectes nombreux destinés à devenir souvent ailés qu'elles nourrissent, serait-il nuisible ou utile à la vigne?

» Enfin quelle est l'évolution de ces formations singulières, la série des formes qu'elles prennent, des changements qu'elles subissent depuis l'instant où la radicelle est encore saine jusqu'au moment de la décomposition du renflement; quelle est la durée du développement complet, au bout de combien de temps se montre-t-il?

» On peut encore se poser une série de questions relatives aux mœurs et aux transformations de l'insecte. Comment se comporte le Phylloxera à la surface des racines? Sont-ce les jeunes ou les individus âgés qui produisent les renflements? Le parasite choisit-il un endroit particulier ou se fixe-t-il en un point quelconque? Combien de temps demeure-t-il à la même place? Change-t-il souvent de lieu? Dans quelles circonstances émigre-t-il? Ces diverses questions, qui, pour la plupart, n'ont été ni résolues ni même posées, seront étudiées dans une Communication ultérieure.

» Puisque les renflements sont la cause du dépérissement des vignes, l'étude de ces formations constitue l'un des chapitres les plus importants

de l'histoire de la maladie nouvelle. Suivant les vœux de la Commission, je m'y suis spécialement attaché. Pour arriver à les connaître, j'ai dû suivre, pas à pas, leur développement. Pour parvenir à ce but, je n'ai pas voulu prendre des types épars et les réunir par des intermédiaires : cette méthode, souvent applicable, ne l'était pas ici, avec rigueur du moins, et l'incertitude eût été trop grande. Je n'entrevoyais pas du reste, au début de ces recherches, la marche que devaient suivre ces formations si diverses en apparence. Ceux qui les connaissent ne me contrediront pas, on n'a encore à ce sujet aucune donnée certaine.

» Dans le but d'obtenir ces données indispensables, j'ai observé pendant plusieurs semaines *les mêmes racines* de deux en deux jours. Un dessin complet et colorié, une description détaillée en était faite chaque fois; elles avaient été choisies de façon à présenter chacune un cas particulier. Les insectes présents à leur surface étaient examinés, leurs mues notées, leurs dépouilles recueillies dans la limite du possible, leur départ ou leur changement de place minutieusement inscrit. J'ai enregistré, jour par jour, tous ces détails.

» J'ose espérer que, malgré ses inévitables lacunes, ce travail sera reçu avec indulgence par tous ceux qui s'intéressent à la question si importante de la maladie des vignes. »

VITICULTURE. — *Résultats d'expériences faites, à Hyères, sur la destruction du Phylloxera par le sulfure de carbone.* Extrait d'une Lettre de M. G. **Bazille**.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« L'Académie veut bien s'intéresser à la lutte que nous poursuivons dans le Midi contre le Phylloxera, et tous les viticulteurs lui sont reconnaissants des efforts qu'elle fait pour nous venir en aide. M. le Secrétaire perpétuel a bien voulu l'entretenir des essais tentés avec le sulfure de carbone, près de Montpellier; ces essais ont donné des résultats contestables : on a été plus heureux ailleurs. J'ai pensé qu'elle lirait avec intérêt les documents qui m'ont été adressés de Toulon, et que je prends la liberté de lui adresser.

» Nous sommes malheureusement, à la submersion près, si peu riches en moyens efficaces pour nous défendre contre le Phylloxera, que nous ne devons pas négliger les procédés qui présentent quelques chances de succès.

Extrait du Bulletin de la Société d'Horticulture et d'Acclimatation du Var.

« M. Marius Barnéoud, vice-président de la Société, a la parole pour rendre compte des expériences qu'il a instituées à Hyères, en collaboration de M. Hippolyte Dellort, sur la destruction du Phylloxera.

» La lecture du rapport de M. Gaston Bazille, sur le traitement par le sulfure de carbone, lui avait inspiré de sérieux scrupules; employer de 150 à 400 grammes de cette substance toxique, lui paraissait une pratique dangereuse et capable de justifier la plaisanterie qui a cours, a savoir, que le sulfure de carbone tue à la fois l'insecte et la vigne. Il résolut donc de vérifier quelle dose de ce puissant insecticide serait applicable pour détruire le parasite, sans danger pour son support.

» C'est sur un vignoble de 5 hectares, appartenant à M. Pons, à Hyères, que M. Barnéoud a procédé, avec le concours de M. Dellort. Ces Messieurs se servent, pour pratiquer les trous, qu'ils font pénétrer un peu au-dessous de la profondeur correspondant au talon des racines, d'un pal en fer, enfoncé avec une masse, auquel ils substituent un tube en verre de 1 mètre de hauteur, surmonté d'un petit godet, dans lequel ils versent, au moyen d'une éprouvette graduée, la quantité voulue de sulfure de carbone.

» Ce liquide est dangereux à manier, si on a l'imprudence de le verser en présence d'un corps en combustion; il ne faut même pas fumer dans le voisinage des travailleurs, car il commence à se volatiliser de 12 à 15 degrés, et il bout à 45 degrés. Mais, hors de la présence du feu, il est aussi facile à employer que de l'eau. Dès que la dose est versée dans le tube, on retire celui-ci et l'on obture le trou d'un coup de cheville, sinon le sulfure de carbone se volatiliserait inutilement par l'orifice, et il faut l'obliger à répandre ses vapeurs dans l'intérieur du sol. Voilà pourquoi il ne faut l'employer que pendant la saison chaude et hors les temps de pluie et de la présence de l'eau, car il serait empêché de se volatiliser et d'aller chercher l'ennemi à détruire, en se répandant au contact des racines jusques auxquelles il pénètre à l'état de vapeur.

» MM. Barnéoud et Dellort ont vérifié qu'en versant dans les trous 150 grammes de sulfure de carbone, la vigne ainsi traitée est comme foudroyée; en vingt-quatre heures les feuilles se dessèchent et se recoquillent, comme sous l'action d'une violente chaleur. A la dose de 100 grammes, les vignes ne sont pas mortes instantanément, mais elles ont souffert, et leur végétation est devenue languissante.

» Les expérimentateurs de notre Société d'horticulture ont graduellement abaissé la dose de 60 à 30 grammes, et, dans le terrain d'alluvion où ils opéraient, ils ont reconnu que cette dernière dose, de 30 grammes, était suffisante pour détruire le Phylloxera sans nuire à la vigne. Le succès du reste était incontestable et l'effet décisif, car les vignes de M. Pons étaient tellement infestées de Phylloxeras, que les racines en semblaient dorées. Au bout de trois jours après l'opération, on constatait que les parasites étaient morts et noirs, et après huit jours, toute trace en avait disparu, leurs cadavres s'étant décomposés.

» Or, en procédant d'après la méthode languedocienne, trois trous autour de chaque vigne, et à $0^{m},50$ du cep, la dose de 30 grammes, répartie entre les trois trous, a été de 10 grammes par trou. MM. Barnéoud et Delfort avouent, du reste, que cette dose, ils ne la prétendent pas invariable et qu'elle doit changer suivant la nature du terrain : s'il est compacte, argileux, c'est-à-dire peu perméable, ils estiment que la dose doit être dou-

blée, mais ils ne croient pas qu'il faille dépasser 60 grammes, soit 20 grammes par trou.

» M. Barnéoud ajoute que les vignobles plantés en quinconce et sans cultures intercalaires, paraissent plus disposés à subir les ravages du Phylloxera. Sur le vignoble de M. Pons, disposé en quinconce, les rangées de vignes étant espacées de 2 mètres, et les vignes de chaque rangée étant à $0^m,75$ l'une de l'autre, voici comment est appliqué le traitement.

» Pour soumettre toute la terre à l'influence insecticide du sulfure de carbone, MM. Barnéoud et Dellort pratiquent, dans les intervalles des rangées, trois trous parallèles espacés de $0^m,65$, de manière à comprendre toute la largeur de l'ouillière; ces trous se succèdent eux-mêmes à la hauteur de chaque vigne, c'est-à-dire de $0^m,75$ en $0^m,75$. Ainsi, tout le terrain est purgé du Phylloxera par les vapeurs du sulfure de carbone qui s'y répandent régulièrement.

» Deux hommes, assistés d'un enfant qui bouche les trous, peuvent traiter par jour de 350 à 400 souches. Le prix du sulfure de carbone, qui n'est commercialement que de 40 francs les 100 kilogrammes, a, par le fait de la demande qui s'en est faite, monté jusqu'à 120 francs; mais le commerce se mettra en mesure de satisfaire les besoins de l'agriculture, et les prix s'équilibrant à 50 ou 60 francs les 100 kilogrammes, le prix de revient pour chaque cep traité ne s'élèvera pas au-dessus de 0^f50^c.

» M. Ch. Simon dit qu'à Pourrières la dose de 150 grammes de sulfure de carbone a foudroyé les vignes traitées, et qu'à Saint-Nazaire M. le général Roze, notre collègue, n'a réussi qu'en abaissant la dose évidemment excessive et dangereuse, préconisée par les expérimentateurs languedociens. »

M. E. **Rondepierre** adresse une Note concernant l'efficacité que pourrait avoir, contre le Phylloxera, la décoction de feuilles de noyer.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. **Ch. Cros** adresse une Note « sur l'opportunité d'observer, au microscope, les cellules nerveuses dans des tissus vivants attenant encore à l'animal, ou dans des tissus frais traversés de courants galvaniques ».

(Commissaires : MM. Milne Edwards, Cl. Bernard, Ch. Robin.)

M. A. **Netter**, M. **Ch. Pellarin**, M. J. **de Zycki** adressent des Communications relatives au Choléra.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un ouvrage de M. *L. Pochet*, intitulé « Nouvelle Mécanique industrielle ».

Cet ouvrage, conformément au désir exprimé par l'auteur, sera soumis à l'examen de la Commission chargée de juger le Concours du prix Dalmont.

ANALYSE SPECTRALE. — *Action du condensateur sur les courants d'induction* (1); par M. Lecoq de Boisbaudran.

« Les physiciens admettent généralement, je pense, que les modifications spectrales produites par l'introduction d'une bouteille de Leyde dans le circuit induit sont la conséquence des variations de la température et non d'une altération particulière dans la nature physique de la décharge. Je prie néanmoins l'Académie de vouloir bien me permettre de présenter ici quelques remarques à l'appui de cette opinion.

» I. On constate la supériorité thermique de l'étincelle condensée sur l'étincelle ordinaire en comparant entre eux les spectres obtenus, dans des conditions différentes, au moyen d'une même substance; car les raies subissent une modification graduelle et de même sens par l'emploi successif : 1° du gaz d'éclairage; 2° de l'étincelle d'induction ordinaire tirée à la surface d'une solution; 3° de la même étincelle, tirée sur la substance solide ou en fusion ignée; 4° enfin de l'étincelle condensée.

» Ainsi : 1° la raie orangée du lithium Li 610.2, à peine visible dans la flamme du gaz, devient supérieure à la raie rouge Li 670.6 dans l'étincelle ordinaire, tirée sur une solution lithique concentrée (*Comptes rendus*, 19 mai 1873, p. 1264), et se renforce encore relativement à la raie rouge quand la même étincelle éclate sur le sel solide; 2° Avec une étincelle ordinaire et une solution de chlorure d'étain, les raies Sn 558.9 et Sn 556.1 sont *faibles* (*Comptes rendus*, 16 octobre 1871); avec la même étincelle tirée sur le sel d'étain solide, ces deux raies sont assez fortes; avec le condensateur, elles sont très-brillantes.

» II. Les effets du condensateur étant dus à l'augmentation de la température, il y a passage graduel, depuis les spectres obtenus avec l'auréole de

(1) *Voir* aussi *Comptes rendus*, 16 octobre 1871, t. LXXIII, p. 943 et suiv.

l'étincelle ordinaire, jusqu'à ceux qui résultent de l'emploi d'une puissante jarre de Leyde (1).

» III. L'action du condensateur ne paraît pas être la même sur les différents spectres; par exemple, les raies du plomb : Pb 560.7, Pb 438.6, Pb 424.5, etc., sont déjà notablement renforcées, alors que les raies du second ordre de *l'air* ne possèdent encore qu'une intensité relativement modérée.

» IV. Les diverses raies d'un même spectre ne sont pas toujours également affectées par le condensateur; ainsi : 1° les raies du plomb : Pb 560.7, Pb 438.6, Pb 424.5, etc., sont notablement renforcées, tandis que les raies Pb 500.5, Pb 405.6, etc., sont peu ou point modifiées; 2° les raies Sn 558.9 et Sn 556.1 (déjà citées) sont très-renforcées, et la raie Sn 563.1 plus ou moins affaiblie (2); 3° les faibles raies du cadmium : Cd 537.9 et Cd 533.9 acquièrent un vif éclat, et la forte raie Cd 508.5 est un peu affaiblie.

» V. Les raies considérablement renforcées par le condensateur deviennent nébuleuses et d'une certaine grosseur. Pour un accroissement d'éclat plus modéré (étincelle ordinaire tirée sur une substance solide), il arrive souvent que les raies ne cessent pas d'être étroites. L'élargissement n'est alors sensible qu'à la température extrêmement élevée d'une décharge franchement disruptive. Ainsi les raies Sn 558.9 et Sn 556.1 sont encore étroites quand l'étincelle ordinaire est tirée sur le chlorure d'étain solide, mais le condensateur les rend nébuleuses.

» VI. L'élargissement des raies étroites à haute température s'explique par les perturbations que subissent les mouvements moléculaires quand les forces appliquées sont trop considérables.

» Mais peut-on même concevoir l'existence de lumière *rigoureusement* monochromatique? Je ne crois pas réalisable l'égalité complète des vibrations productrices d'une raie, laquelle ne saurait dès lors être strictement linéaire.

» VII. Les raies *d'émission* des corps solides ou liquides sont nébu-

---

(1) Ceci ne veut pas dire que les spectres du premier ordre se transforment normalement en spectres du second ordre (transformation que je crois cependant avoir observée quelquefois), mais que, par suite de l'augmentation graduelle de la température, le spectre du premier ordre s'affaiblit lentement, tandis que celui du second ordre se renforce peu à peu.

(2) J'ai en effet observé que la grande augmentation de température produite par le condensateur paraissait se traduire pour certaines raies, même du second ordre, par une diminution de leur éclat absolu qui passe ainsi par un maximum. Cela n'est pas d'ailleurs sans analogie avec les phénomènes de l'acoustique.

leuses, exemple : erbine, phosphates et autres sels d'erbine (*Comptes rendus*, 28 avril 1873), sels de didyme. On s'accorde, je crois, pour ne point attribuer dans ce cas la perturbation à l'exagération des forces appliquées, mais au peu de liberté des molécules, lesquelles se gênent mutuellement dans leurs mouvements.

» VIII. Il me paraît donc nécessaire de distinguer deux sortes de spectres continus *dérivant de ceux de second ordre*, savoir : (*a*) les spectres dont les raies se sont élargies par accroissement de température; (*b*) ceux dont les raies doivent leur élargissement au peu de liberté des molécules.

» Quant aux spectres continus provenant de la réunion des bandes ombrées du premier ordre, il me semble qu'on ne devrait pas les confondre avec les précédents (*a*) et (*b*), ce qui ferait peut-être disparaître le désaccord apparent qui existe entre les physiciens, dont les uns considèrent les spectres continus comme produits par une température supérieure à celle qui fournit les raies étroites de second ordre, tandis que les autres admettent avec Plücker et Hittorf que les spectres continus se forment à des températures plus basses.

» Si, comme certains faits semblent l'établir, il y a quelquefois transformation graduelle des *bandes ombrées* d'un spectre de premier ordre en raies étroites d'un spectre de second ordre, c'est par suite d'une *augmentation* de température, comme cela résulte en particulier de l'étude du spectre du chlorure de manganèse (*Comptes rendus*, 6 décembre 1869).

» IX. Les étincelles des diverses bobines d'induction présentent des différences spectrales dues à l'inégalité des températures développées. Ainsi, certaines *petites* bobines (Gaiffe, modèle de 20 francs) donnent naturellement, avec les solutions salines, des spectres analogues à ceux qu'on n'obtient, au moyen des grosses bobines (Ruhmkorff, modèle de 30 centimètres), qu'en ajoutant un condensateur ou en tirant l'étincelle sur des substances solides.

» J'avais estimé (contrairement à l'opinion de quelques personnes) que, pour obtenir avec les petites bobines *des effets spectraux* s'éloignant moins de ceux des grandes bobines, il fallait augmenter la longueur et la résistance du circuit induit. Je dois à l'obligeance de M. Gaiffe d'avoir pu comparer deux de ses bobines de moyenne grandeur (19 centimètres), spécialement construites pour mes essais, l'une avec un gros fil induit, l'autre avec un fil quatre fois plus long et de section sept fois plus faible. Les effets spectraux de la bobine à long fil se sont rapprochés de ceux de mon appareil Ruhmkorff, tandis que la bobine à gros fil a donné des résultats analogues à ceux de la *petite* bobine.

» Cette expérience et les remarques ci-dessus me paraissent autoriser à dire que, au point de vue spectral, le condensateur se borne à raccourcir la distance interpolaire à laquelle peut se produire la décharge disruptive ou trait de feu. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur la purification du gaz hydrogène.* Note de M. **Ch. Violette.** (Extrait.)

« Dans son travail classique sur la composition de l'eau (*Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. VIII, p. 189; 1845), M. Dumas ne cite, parmi les impuretés qui accompagnent le gaz hydrogène obtenu par l'action de l'acide sulfurique pur sur le zinc du commerce, que l'hydrogène arsénié et l'hydrogène sulfuré, et cependant on trouve, dans la plupart des Traités de Chimie publiés depuis cette époque, que l'hydrogène carboné accompagne constamment l'hydrogène préparé dans les circonstances que nous venons d'indiquer.

» Cette question de la présence ou de l'absence des hydrogènes carbonés dans le gaz hydrogène me parut acquérir une importance capitale à la suite de la Communication de M. Frankland sur le pouvoir éclairant de la flamme de l'hydrogène brûlant sous pression dans le gaz oxygène (*Comptes rendus*, t. LXVII, p. 736 et 1089; 1868), car rien n'indiquait, dans la Communication faite à l'Académie, que M. Frankland s'était servi pour ses expériences de gaz hydrogène absolument pur. N'était-on pas autorisé à penser que l'éclat de la flamme de l'hydrogène pouvait être attribué à la présence d'une faible quantité de carbone qui, sans effet, lorsque le gaz brûle sous la pression ordinaire, exercerait une action d'autant plus sensible que la pression serait plus considérable? D'autre part, les réactifs conseillés par M. Dumas pour la purification du gaz hydrogène, tels que le nitrate de plomb, le sulfate d'argent, la potasse, l'acide sulfurique concentré, seraient-ils capables d'absorber tous les hydrogènes carbonés, et notamment, s'il s'en produit, le gaz des marais ou ses analogues, que les chimistes désignent actuellement sous le nom de *carbures saturés?* Ces considérations m'avaient déterminé, avant de chercher à répéter les expériences de M. Frankland, à examiner si l'hydrogène préparé par le zinc contient oui ou non des composés hydrogénés du carbone, et c'est le résultat de ce travail que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie.

» L'hydrogène, préparé comme le conseille M. Dumas, venait se purifier en passant dans une série de tubes de 1 mètre de longueur, contenant des

colonnes de nitrate de plomb, sulfate d'argent, potasse caustique, pierre ponce imprégnée d'acide sulfurique concentré, et passait ensuite dans un tube à boules contenant une solution limpide de baryte (servant de témoin), puis dans un tube contenant de l'acide sulfurique concentré. L'hydrogène ainsi purifié se rendait dans un tube à combustion aussi long que possible (80 centimètres environ), contenant de l'oxyde de cuivre maintenu au rouge. L'eau formée se condensait dans un tube en U et les gaz passaient ensuite dans un tube de Liebig contenant de l'eau de baryte limpide, séparée de l'atmosphère par un tube plongeur.

» Lorsque le tube à combustion était porté au rouge, on y faisait passer de l'air privé d'acide carbonique, avant d'adapter le second tube de Liebig, afin de brûler les poussières qui auraient pu rester dans le tube ou se trouver mélangées à l'oxyde de cuivre pendant le remplissage du tube, et l'on ne faisait passer l'hydrogène sur l'oxyde de cuivre que lorsque le gaz ne troublait plus l'eau de baryte. Alors, on adaptait le tube de Liebig, et l'on faisait passer lentement l'hydrogène, en prolongeant l'expérience de façon à n'obtenir jamais moins de 40 à 50 grammes d'eau comme produit de la combustion.

» Je constatai, dans mes premières expériences, que l'eau de baryte se troublait dans le second tube de Liebig, et que l'eau provenant de la combustion présentait une réaction fortement acide, due à une substance qui précipitait les sels de baryte.

» Soupçonnant quelque influence étrangère, je répétai une expérience de combustion en me servant de gaz hydrogène provenant de l'électrolyse de l'eau distillée, privée d'acide carbonique et de matières organiques, et je trouvai que les résultats étaient sensiblement les mêmes. Ne pouvant admettre dans ces circonstances que le trouble observé fût dû à la présence de l'acide carbonique, je dirigeai mes efforts vers la recherche de cette cause perturbatrice, que je finis par découvrir. Je constatai que l'acidité de l'eau était due à des composés oxygénés du sélénium, provenant de la présence de cet élément dans le cuivre du commerce qui m'avait servi à la préparation de l'oxyde employé pour la combustion. Ce fait devint l'objet d'une Communication faite à l'Académie dans sa séance du 4 avril 1870 (*Comptes rendus*, t. LXX, p. 729).

» Une fois en possession de ce résultat, je répétai mes expériences en me servant, pour la combustion du gaz hydrogène, d'oxyde de cuivre privé de sélénium par oxydation dans un courant d'air prolongé et réductions successives (opération fort longue), et je constatai alors que, après avoir

obtenu 35 grammes d'eau, l'eau de baryte du tube avait conservé toute sa limpidité.

» La même expérience fut répétée en supprimant les deux tubes contenant de la ponce sulfurique, et le résultat fut encore le même.

» On peut donc conclure de ces expériences qu'il n'y a pas de carbone gazeux accompagnant l'hydrogène préparé et purifié comme l'a indiqué M. Dumas, et que, par suite, l'éclat de la flamme de l'hydrogène pur brûlant sous pression, ne saurait être attribué à la présence de petites quantités de carbone.

» Il n'en est plus de même si l'on remplace, dans la préparation de l'hydrogène, le zinc par le fer ou la fonte; dans ce cas, même avec un courant de gaz très-lent, on observe que l'eau de baryte se trouble fortement, dès qu'on a obtenu quelques grammes d'eau de combustion. Il se produit donc, dans l'action de l'acide sulfurique sur le fer ou le zinc, des carbures d'hydrogène qui ne peuvent être absorbés par les réactifs ordinaires employés pour la purification du gaz hydrogène.

» En présence de ces résultats, on est conduit à se demander comment il se fait que la plupart des Traités de Chimie mentionnent la présence des hydrogènes carbonés parmi les impuretés du gaz hydrogène, et quels sont les faits qui ont pu donner naissance à cette opinion. C'est là une question difficile à résoudre. Peut-être cette opinion a-t-elle pris naissance à la suite du travail de Erdmann et Marchand sur le poids atomique de l'hydrogène (*Annales de Chimie et de Physique*, 3ᵉ série, t. VIII, p. 207). Ces savants, en répétant les expériences de M. Dumas sur la composition de l'eau, disent que « le zinc employé (p. 209) pour le dégagement de l'hy- » drogène ne renfermait pas la moindre trace d'arsenic ou de soufre, mais » seulement un peu de plomb et d'étain et quelques traces de fer et de » *charbon*. » Est-ce la présence du charbon admise par ces savants, dans les résidus de la préparation de l'hydrogène, qui a été l'origine de l'opinion que nous venons d'indiquer? A-t-on raisonné par analogie avec ce qui se passe avec le fer ou la fonte? Ce sont là, je le répète, des questions qu'il m'est impossible de résoudre.

» D'ailleurs, le charbon existe-t-il réellement dans le zinc, comme l'ont admis Erdmann et Marchand? Il est bien permis d'en douter lorsqu'on songe au mode d'extraction de ce métal volatil. Je m'occupe en ce moment de la solution de cette question, dont je me propose d'entretenir l'Académie, lorsque j'aurai pu me mettre à l'abri de toutes les causes d'erreur que j'ai rencontrées jusqu'ici. »

GÉOLOGIE. — *Les champs diamantifères du Cap.* Note de M. **Desdemaine-Hugon**, présentée par M. Ch. Sainte-Claire Deville.

« Les champs diamantifères du Cap sont situés sur la limite de la colonie du cap de Bonne-Espérance et des États libres du fleuve Orange, à environ 1200 kilomètres de la ville du Cap, par 29 degrés de latitude sud et 23 degrés de longitude est; ils sont à une altitude d'environ 2000 mètres. On les divise en deux catégories : les mines de rivières et les mines sèches. Dans les premières, les diamants se trouvent sur les bords et dans le lit des rivières, au milieu de pierres d'une grande variété : calcédoines, agates, olivines, grenats, arragonites, etc. Aux mines sèches, ils gisent parmi les ilménites, grenats, feldspaths décomposés, granites, tufs, schistes pyriteux, arragonites.

» Les mines sèches sont situées au milieu de plaines unies, planes, presque entièrement nues. La surface du sol est formée par une terre argileuse rouge, dont l'épaisseur varie de 30 centimètres à 3 mètres environ.

» Les diamants ne se trouvent en abondance que dans quelques bassins distincts. A chacun de ces bassins correspond une petite élévation de terrain à peine sensible, mais suffisante pour les faire reconnaître à distance. Les mines sèches sont au nombre de quatre, distribuées dans un rayon d'environ 5 kilomètres : Bull-Fontein, du Toit's Pan, Old de Beer's, de Beer's New Push. Cette dernière, dans laquelle l'auteur a travaillé durant six mois, est un vaste bassin, long de 900 pieds anglais, large de 630, ayant à peu près la forme d'une poire dont la partie rétrécie est allongée vers l'ouest-nord-ouest. L'enceinte est formée par une ceinture de schistes altérés, dont les lames, variant d'épaisseur, se désagrégent rapidement au contact de l'air. La paroi du bassin descend en pente irrégulière vers le fond; les couches de schiste qui le limitent sont de toutes parts inclinées du dedans vers le dehors. Les terres qui le remplissent (sables gris et verts, tufs, glaises, graviers, coraux) sont déposées en couches distinctes, suivant les ondulations les unes des autres. A environ 85 pieds de profondeur, on a rencontré un lit de cailloux roulés. En deux ou trois endroits du bassin s'élèvent dans l'intérieur du dépôt des récifs de calcaire arrivant jusqu'à la surface du sol. Au milieu des terres de remplissage se montrent, çà et là, des roches isolées de dimensions variables, ayant jusqu'à 8 et 10 pieds de diamètre, distribuées très-irrégulièrement; on y rencontre aussi parfois des fragments de bois silicifié. Dans une petite couche observée à 20 pieds de

profondeur, on a trouvé une écaille d'huître, un œuf d'autruche, un grain de collier en verre bleu et des os d'antilope.

» Les diamants commencent à se rencontrer presqu'à la surface du sol. A toutes les profondeurs, jusqu'au fond du bassin, les recherches ont été également fructueuses pour les mineurs.

» Les diamants sont, la plupart, plus ou moins brisés. Ils sont, en général, d'autant plus colorés en jaune qu'ils sont plus gros. Les plus pesants que l'on ait recueillis pesaient 288, 166 et 144 carats; aucune mine du monde n'a donné d'aussi gros diamants en telle quantité; le bassin de New Push seul a fourni en moyenne plus de trois mille diamants par jour, pendant plus de huit mois (la plupart de fortes dimensions).

» Les gisements diamantifères du Cap présentent les particularités suivantes :

» 1° La qualité de diamants la plus précieuse, en raison de la pureté de son eau, est de forme octaédrique à arêtes vives; elle est sujette à éclater au contact de l'air. Celles de ces pierres, dont la surface est la plus lisse, éclatent ordinairement dans le cours de la première semaine; exceptionnellement, l'éclatement s'opère encore quelquefois au bout de trois mois. Le meilleur moyen pour empêcher cet effet de se produire consiste à enduire la pierre de suif aussitôt après sa découverte.

» 2° L'abondance des grenats est un signe fréquent de la richesse diamantifère du point exploité.

» 3° Il est très-rare de rencontrer de gros diamants là où l'on en trouve une grande quantité de petits.

» 4° Dans les environs d'une grosse roche, ou plutôt au-dessous, se trouve presque toujours un gros diamant.

» 5° Les couches qui avoisinent intérieurement les parois du bassin sont très-riches en diamants, tandis que les pierres précieuses sont toujours distribuées très-inégalement dans la masse de l'intérieur du dépôt. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur le sucre contenu dans les feuilles de vigne;* par M. A. Petit.

« Dans une Note insérée aux *Comptes rendus* (1869, t. LXIX, p. 760), j'ai indiqué que les feuilles de vigne contiennent de 20 à 30 grammes de glucose par kilogramme, et une quantité d'acide variant de 13 à 16 grammes.

» En poursuivant ces recherches, j'ai constaté que l'acide tartrique entre pour un tiers environ dans l'acidité totale, et que la plus grande partie de cet acide s'y trouve à l'état de crème de tartre.

» Le sucre du raisin est entièrement composé de sucre interverti, sans mélange de sucre de canne. M. Buignet a trouvé son pouvoir rotatoire égal à — 26°.

» L'examen des feuilles de vigne m'a prouvé qu'elles renferment, outre le sucre interverti, une quantité très-notable de sucre non réducteur. Le dosage par la liqueur de Fehling, avant et après l'interversion par les acides et les notations polarimétriques, montre que ce sucre non réducteur est du sucre de canne. Après l'action des acides, le pouvoir rotatoire est sensiblement égal à — 26°.

» J'ai obtenu des liqueurs absolument limpides et incolores, en traitant à plusieurs reprises par le charbon animal, qui absorbe aussi très-rapidement le tannin contenu dans les feuilles. Je citerai seulement deux expériences :

» Dans la première, 1 kilogramme de feuilles m'a donné

Sucre de canne........................	9gr,20
Glucose..............................	26gr,55

» Dans la seconde, j'ai opéré plus rapidement, afin d'éviter la transformation du sucre de canne en glucose, et, par kilogramme de feuilles, j'ai obtenu les chiffres suivants :

Sucre de canne........................	15gr,80
Glucose..............................	17gr,49

» Les feuilles de cerisier et de pêcher contiennent également un mélange de sucre de canne et de glucose.

» Dans un de mes essais, 1 kilogramme de feuilles de pêcher contenait

Sucre de canne.	33 grammes,
Glucose..............................	12 grammes. »

ZOOLOGIE. — *Sur les Cirripèdes Rhizocéphales.* Note de M. **Alph. Giard**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Les curieux parasites connus sous les noms de *Sacculina*, *Peltogaster*, etc., ont été étudiés par de nombreux observateurs. Cavolini, Rathke, Thompson, Anderson, Lilljeborg et Fritz Müller nous ont donné des renseignements précieux sur l'anatomie et le développement de ces singuliers animaux; mais, tant de questions obscures restaient encore à élucider, tant de contradictions se rencontrent dans les Mémoires les plus importants sur ce sujet, que j'ai profité de mon séjour au laboratoire de zoologie expé-

rimentale, fondé et dirigé par M. de Lacaze-Duthiers, à Roscoff, pour étudier avec soin quelques-uns des points en litige. Ce travail m'a conduit à quelques résultats intéressants, les uns confirmant les vues de certains de mes prédécesseurs, les autres entièrement nouveaux.

» La *Sacculina Carcini* est tellement abondante à Roscoff et à Saint-Pol de Léon qu'on peut dire que les deux tiers au moins du *C. Mænas* de la plage sont affectés par ce parasite. Le *Peltogaster Paguri* est bien moins abondant : du 15 août au 15 octobre, j'ai examiné deux mille huit cents *Pagurus Bernhardus* qui m'ont fourni trente et un *Peltogaster*. Tout à fait aux basses eaux, j'ai trouvé, une fois seulement, sur un *Pagurus pubescens*, le *Peltogaster albidus* (Hesse) que je crois identique au *Peltogaster socialis* (F. Müller) et peut-être au *Peltogaster sulcatus* (Lilljeborg). Les Rhizocéphales sont des Cirripèdes dégradés par le parasitisme; l'Histologie et l'Embryogénie ne laissent aucun doute sur cette détermination établie par Lilljeborg et Fritz Müller. Les rapports que certains naturalistes ont voulu trouver entre ces animaux et les Crustacés parasites de la famille des Bopyriens n'existent nullement. Parmi les Crustacés, les Isopodes sont certainement l'un des groupes dont l'embryogénie diffère le plus de celle des Rhizocéphales.

» J'ai retrouvé, chez la *Sacculina Carcini*, les racines signalées par Wright et Anderson chez le *Peltogaster Paguri*, et par F. Müller chez la *Sacculina purpurea* qui n'est qu'un *Peltogaster* et le *Lernæodiscus Porcellanæ*. Ces racines entourent le tube digestif et les lobules hépatiques du *C. Mænas*, leur couleur jaune, bien que plus pâle que celle du foie du Crabe, les aura sans doute fait méconnaître par mes prédécesseurs. Je considère ces racines comme homologues de la couche interne du pied des Anatifes : ce sont de longs tubes remplis de corps arrondis, colorés en vert chez le *Peltogaster*, en jaune chez la *Sacculina;* ces corpuscules ont un aspect graisseux et ne méritent nullement le nom de cellules.

» Les Rhizocéphales sont hermaphrodites. Les testicules sont des organes pairs situés sous les ovaires et dont la fonction était restée indéterminée jusqu'à présent. La structure histologique de ces organes, représentés par Anderson comme simplement granuleux, est des plus compliquée; on peut y reconnaître quatre couches distinctes. De plus ces corps testiculaires ont une autre fonction à remplir; ils sécrètent une substance d'apparence cornée et d'une grande résistance à tous les réactifs. La sécrétion se fait au centre même de l'organe chez la *Sacculina* jeune; chez le *Peltogaster*, c'est le canal déférent, dont les parois sont très-épaisses, qui paraît

remplir surtout cette deuxième fonction. Il y a donc chez les Rhizocéphales quelque chose d'analogue à ce que Claparède a signalé pour les tubes segmentaires de certaines Annélides (Chétoptériens).

» Les spermatozoïdes ressemblent beaucoup à ceux des Cirripèdes; ils sont agiles et très-longs, un peu renflés vers l'une de leurs extrémités. Bien que leurs mouvements les fassent deviner à un grossissement plus faible, on ne les voit nettement qu'avec l'objectif 9 à immersion de Hartnack. J'ai pu suivre complétement la formation de ces spermatozoïdes.

» L'existence d'un organe mâle bien reconnu rend de moins en moins probable l'hypothèse des nombreux naturalistes qui ont supposé l'existence d'un mâle rudimentaire. Je sais que de tels mâles ont été décrits même chez des Cirripèdes hermaphrodites; mais chaquefois que l'on a annoncé pareil fait chez les Rhizocéphales, on s'est basé sur des observations incomplètes et trop légères.

» La position des testicules de la Sacculine et l'existence d'une cloison membraneuse, sorte de mésentère reliant l'ovaire aux membranes externes, m'ont permis de rectifier les idées que l'on se fait généralement sur la position de ce parasite. Le plan de symétrie de la Sacculine est perpendiculaire au plan de symétrie du Crabe et ne coïncide pas avec ce plan, comme on pourrait le croire à première vue et comme on l'a cru en effet. Si l'on considère comme antérieure, chez le *Peltogaster*, l'extrémité de l'animal qui porte une ouverture et se trouve dirigée vers l'entrée de la coquille, l'extrémité antérieure de la *Sacculina* est à la droite du Crabe. Cette position constante de la Sacculine, que rien ne détermine ni dans les conditions extérieures ni dans l'embryogénie, est un des faits les plus intéressants de l'histoire de ce parasite. Je crois être en mesure d'en donner une explication suffisante par la théorie de la descendance modifiée en considérant le Brachyure et sa *Sacculina* comme dérivés graduellement d'un Anomoure porteur d'un *Peltogaster*.

» Les ovaires sont au nombre de deux et s'ouvrent séparément à droite et à gauche de la Sacculine. Près de leurs ouvertures d'excrétion débordent de belles glandes collétériques qui ont échappé à tous mes prédécesseurs, sans doute parce qu'elles ne sont pas également visibles en tout temps et qu'il faut choisir, pour les étudier, le moment où les œufs vont sortir de l'ovaire pour constituer les sacs ovigères à l'aide de la sécrétion agglutinante des organes dont nous parlons.

» La constitution de l'œuf des Rhizocéphales a fait le sujet d'une importante discussion entre MM. Gerbe, Balbiani et Ed. Van Beneden : j'ai donc

eu à m'en occuper avec le plus grand soin ; les faits observés l'ont été avec une habileté si grande que j'aurai peu de chose à y ajouter ; mais l'interprétation de ces faits me paraît encore obscure et insuffisante. L'opinion de M. Gerbe, qui considère la cellule polaire comme une cicatricule, doit être complétement rejetée, puisque le fractionnement est total, comme l'a montré le premier M. Müller. M. Ed. Van Beneden attache trop peu d'importance à cette vésicule qu'il considère comme analogue au pédicule de l'œuf de l'*Achteris;* de plus le fractionnement continue au delà du nombre de sphères indiqué par ce savant; enfin je n'ai pu voir les vésicules embriogènes signalées par M. Balbiani, et la formation de l'œuf me semble de tout point comparable à celle de l'œuf de l'*Apus cancriformis,* avec cette différence que chez l'*Apus,* il y a quatre cellules primitives, dont trois disparaissent ultérieurement, tandis que chez les Rhizocéphales il y a seulement deux cellules dont une disparaît.

» Le développement des embryons après l'éclosion jusqu'au moment de la fixation dure huit jours. Il y a une première mue quelques instants après la naissance, une deuxième le troisième jour, une troisième le cinquième jour, une quatrième le septième jour. Le *Nauplius* est tout à fait analogue à celui des Cirripèdes. Les cornes frontales renferment les canaux sécréteurs de glandes volumineuses. La partie considérée par M. Balbiani comme un ovaire primitif donne naissance, après la troisième mue, aux six paires de pattes ventrales homologues des cirres des Cirripèdes. L'embryon possède alors la forme cypridienne (pupal-stage). Quand ces embryons ne peuvent se fixer sur des Crabes, ils adhèrent les uns aux autres et périssent. Leur dépouille se retrouve parfois sur le *Peltogaster* adulte et a été prise par F. Müller pour un mâle rudimentaire.

» La formation du jeune parasite se fait pendant l'accouplement des Crabes.

» Les embryons figurés par M. Hesse (*Annales*, 1866) appartiennent en partie à des Cirripèdes (Anatifes?) et non à la *Sacculina Carcini.* »

PHYSIOLOGIE BOTANIQUE. — *De l'irritabilité des étamines; distinction dans ces organes de deux ordres de mouvements.* Note de M. E. **Heckel**, présentée par M. P. Duchartre.

« Les mouvements chez les végétaux supérieurs ont, pendant de longues années, fixé l'attention des observateurs, et le sujet justifie cette opiniâtreté par le caractère surprenant de ces manifestations vitales. Aujour-

d'hui il puise un nouvel intérêt dans l'appoint que ces phénomènes étranges fournissent comme arguments à opposer à la théorie de la *dualité vitale dans les deux règnes*. Jusqu'ici les études sur la sensibilité et la motilité végétale ont eu pour résultat de faire naître chez leurs auteurs deux appréciations parfaitement opposées. Les uns admettent, à l'exemple des physiologistes allemands, une interprétation unique de ces phénomènes et confondent dans une même essence les mouvements *spontanés* et les mouvements *provoqués*, ceux-ci n'étant à leurs yeux que l'exagération de ceux-là et reconnaissant une même cause; les autres distinguent absolument ces deux ordres de phénomènes comme n'obéissant pas aux mêmes conditions physiologiques. M. P. Bert, parmi les physiologistes français, s'est appliqué, dans ses belles études sur la Sensitive (*Journal de Physiologie* de Robin, 1867 et 1872), à différencier ces deux sortes de mouvements et à en étudier le déterminisme : dans ses conclusions, il admet la division en *spontanés* et *provoqués* et en justifie la séparation par l'action différente des agents anesthésiques sur les uns et les autres. Il m'a semblé que, pour bien établir cette distinction essentielle, le choix du *Mimosa pudica*, qui offre ces deux ordres de mouvements combinés et simultanés, pouvait avoir quelques inconvénients en venant compliquer l'action expérimentale ou en troubler les conséquences. Je m'occupais de recommencer les expériences dans des conditions plus favorables quand, dans le cours de quelques recherches sur l'irritabilité des étamines des *Berbéridées*, je m'aperçus que les filets staminaux des *Mahonia* ne sont doués d'aucun autre mouvement que celui qui résulte de l'irritation directe. En effet, en dehors de toute excitation, ces organes n'obéissent à aucun mouvement, ni diurne ni nocturne, comme cela se voit chez quelques plantes : en agissant sur ces filets, on peut donc affirmer n'avoir mis en cause que le mouvement provoqué. Dans ces conditions, j'ai placé la plante au milieu d'une atmosphère de vapeurs de chloroforme, capable de déterminer l'anesthésie, et les étamines sont devenues promptement insensibles à toute irritation de quelque nature qu'elle fût. Pour établir une contre-épreuve sérieuse, je devais rechercher une plante m'offrant, dans les mêmes organes (étamines), des mouvements spontanés bien établis et bien indépendants de toute action irritante : je la trouvai dans le *Ruta graveolens*. Les mouvements automatiques bien connus dont les organes mâles de cette plante sont doués rentrent dans la seconde classe ; car, s'ils sont variables avec certaines conditions cosmiques, du moins ils ne peuvent être en aucun cas provoqués ni même accentués par

l'excitation directe ou indirecte et ne sont pas sous la dépendance de la sensibilité. Un plant de *Rue*, placé en observation rigoureuse, dans les mêmes conditions que ci-dessus, sous cloche, au milieu des vapeurs chloroformiques, n'a rien changé à sa manière d'être; les étamines ont continué à être animées, comme en plein air, du même mouvement, lequel n'a cessé que lorsque la nutrition de la plante a été altérée par un séjour trop prolongé dans une atmosphère artificielle. De ces faits bien constatés on peut conclure : 1° que les *mouvements provoqués* ont un déterminisme spécial qui mérite d'être étudié, et qu'ils peuvent dès aujourd'hui être classés parmi les phénomènes d'*irritabilité fonctionnelle*; 2° que les mouvements spontanés se rattachent à la vie générale de la plante et doivent être rangés parmi les phénomènes d'*irritabilité nutritive*. De nouvelles expériences viendront bientôt confirmer cette manière de voir, en précisant le siége de la fonction et en mettant plus en évidence son absolue indépendance. »

PHYSIQUE. — *Réponse à une réclamation de priorité de M.* H. Valérius; par M. E. MERCADIER.

« Dans une Note insérée aux *Comptes rendus* (p. 844 de ce volume), M. H. Valérius informe l'Académie qu'il a traité, dès 1864, la question du mouvement d'un fil élastique dont j'ai donné récemment (*Comptes rendus*, p. 639 et 671 de ce volume) les lois expérimentales. Il y a, en effet, dans le tome XVII des *Mémoires couronnés et autres Mémoires publiés par l'Académie royale de Belgique* (1865), un travail de M. Valérius, intitulé « Mémoire sur les vibrations de fils de verre attachés par une de » leurs extrémités à un corps vibrant et libres à l'autre. » Si j'avais connu ce Mémoire, j'aurais restitué la priorité à son auteur, quant à ce qui est de l'*étude* de la question, car la question n'y est pas résolue. Les résultats qu'il a obtenus sont beaucoup moins complets que ceux de M. Gripon et, par suite, que les miens. Sa méthode d'observation est tout autre et, je le crois, beaucoup moins précise que la mienne; il n'a d'ailleurs étudié que des fils de verre très-minces et d'une faible longueur, et n'a indiqué qu'une seule loi expérimentale exacte, la sixième des onze que j'ai indiquées moi-même.

» Je crois donc que, jusqu'à présent, si M. H. Valérius a la priorité de l'étude de cette question, je dois conserver celle de la *solution*. Je compléterai du reste très-prochainement mes études sur ce point, en montrant que cette solution s'accorde avec les principes de la théorie mathématique de l'élasticité. »

« M. le général **Morin** signale à l'Académie plusieurs documents intéressants, dont les uns sont empruntés à des ouvrages étrangers, les autres à des études faites en France, et qui font partie de la *Revue d'Artillerie*, publiée par ordre du Ministre de la Guerre.

» Parmi les premiers, se trouve la traduction, due à M. le capitaine Collet-Maygret, d'un Mémoire de M. le lieutenant-général prussien de Decker sur les effets du tir plongeant contre les maçonneries, exécuté avec le canon de 15 court, au siége de Strasbourg.

» Sans entrer ici dans des détails qui ne seraient pas à leur place, je crois pouvoir dire, contrairement aux conclusions de l'auteur allemand, que les effets de ces batteries établies à 866 et à 755 mètres des ouvrages à battre, malgré l'habileté et le soin minutieux avec lesquels elles ont été dirigées, ne paraissent pas aussi importants qu'il semble le penser. L'énorme consommation de gros projectiles que ce tir a entraînée, les entraves qu'il a apportées aux travaux du Génie me semblent compenser, et au delà, l'apparente accélération qu'il a pu produire dans l'époque où il était devenu possible de donner l'assaut.

» Il ne convient pas d'en dire davantage sur l'influence que ce mode de tir aurait exercé sur la capitulation de Strasbourg, et je me bornerai à émettre le vœu que nos artilleurs pèsent avec soin les circonstances dans lesquelles ils pourraient être tentés de l'appliquer.

» Un Mémoire de M. le capitaine H. Blackenbury, de l'artillerie royale anglaise, sur la *Tactique des trois armées*, traduit par M. le commandant de Grandry, contient d'utiles renseignements sur les modifications de l'ancienne tactique de la guerre, que l'emploi des armes de précision à tir rapide a déjà conduit à introduire dans l'armée allemande.

» On aura une idée de cette nécessité par ce seul fait, publié par le duc de Wurtemberg, que, à la bataille de Saint-Privat, trois brigades prussiennes formant un effectif de 18000 hommes, en perdirent 6000 en dix minutes et durent se retirer devant l'armée française.

» Quoique ce chiffre puisse paraître singulièrement exagéré par le général allemand, peut-être dans la vue d'expliquer l'échec qu'il a subi, il n'en met pas moins en évidence des nécessités sur lesquelles il est utile d'appeler l'attention de nos officiers en leur faisant connaître les résultats des études faites en Allemagne.

» Un très-savant Mémoire de M. le capitaine Jouffret, professeur adjoint à l'École d'Application de l'Artillerie et du Génie, sur l'établissement et sur

l'usage des tables de tir, faisant partie d'un travail complet sur la matière dont la suite annoncée, est aussi contenu dans ce numéro, ainsi qu'une traduction par M. le capitaine Lefèvre d'un Mémoire sur les batteries de côte, dû à M. le lieutenant-colonel Hundt, de l'artillerie de marine allemande.

» Enfin une Note de M. le commandant Godin, relative à des expériences comparatives entre le canon à côtes saillantes de M. Vavasseur et le canon de Woolwich en acier, indique que, sous le rapport balistique, le système à côtes saillantes s'est montré supérieur au système à rayures.

» On voit par cette analyse des sujets variés traités dans ce numéro que, en poursuivant ses propres recherches pour les progrès de nos armes, l'artillerie ne perd pas de vue l'utilité qu'il y a pour elle de se tenir au courant des études les plus importantes qui se font à l'étranger. »

« M. **Chasles** fait hommage à l'Académie de quelques Mémoires et Opuscules mathématiques de M. *Émile Weyr*, président de la Société mathématique de Bohême. Il cite, entre autres, un Mémoire sur la *Lemniscate traitée comme courbe rationnelle*, écrit en allemand; et une reproduction, en langue tchèque, de la première partie de l'ouvrage de M. Cremona : *Introduzione ad una teoria geometrica delle curve piane* (Bologna, in-4°; 1862). »

« M. **Chasles** fait également hommage à l'Académie du *Bullettino* de M. le prince Boncompagni, de mars 1873, où se trouvent dix Lettres inédites de Lagrange adressées à Lorgna, de 1770 à 1786; une Dissertation mathématique de M. l'ingénieur Giambattista Biadego, se rapportant à ces Lettres; et des Recherches historiques et bibliographiques sur divers ouvrages d'Euler et autres, au sujet de ces mêmes Lettres et de la Dissertation de M. Biadego. »

M. **Ch. Sainte-Claire Deville** appelle l'attention de l'Académie sur le « Bulletin météorologique du département des Pyrénées-Orientales, pour l'année 1872. »

« Ce travail, publié sous les auspices du Conseil général, par M. le Dr Fines, est, dit M. Ch. Sainte-Claire Deville, la première réalisation d'un vœu bien souvent émis, à savoir, que chaque département imprime à ses frais, et par les soins de sa Commission météorologique, les données d'observations recueillies sur divers points de sa superficie. Le volume actuel contient, en effet, les résultats obtenus en 1872 dans *onze* observatoires, que je ne puis tous citer ici, mais parmi lesquels on remarque les deux stations établies par M. Fines sur les fortifications de Perpignan et à la

gare du chemin de fer; la station météorologique instituée à Collioure par notre savant confrère M. Naudin, et la station de Mont-Louis, située à une altitude de 1586 mètres, où l'instituteur, M. Falguère, fait depuis plusieurs années des observations assez complètes. Dans ma tournée d'inspection de 1872, j'ai visité moi-même ces divers observatoires, pour lesquels M. Fines indique la position exacte, la nature et la disposition des instruments utilisés.

» La première partie de l'Ouvrage présente des considérations d'une incontestable valeur : *Sur les applications de la météorologie à l'agriculture et à l'acclimatation*, par M. Naudin; *Sur les récoltes en Roussillon pendant l'année* 1872, par M. Labau, directeur de la Ferme école; enfin des Notes sur les orages de l'année, par M. Tastu, ingénieur des Ponts et Chaussées, et sur le jardin d'expériences de M. Ch. Naudin, à Collioure.

» Nous ne pouvons que féliciter le Conseil général des Pyrénées-Orientales du bon exemple qu'il vient de donner, et l'engager à accroître encore ses allocations, de manière à donner à sa Commission scientifique les moyens de publier plus complétement les résultats obtenus. Il faut, en effet, regretter que, pour les localités dont on ne publie qu'une seule heure d'observation, cette heure tombe à 9 heures du matin, c'est-à-dire à un moment de la journée qui n'offre, pour aucun des éléments importants de la climatologie, ni un maximum, ni un minimum, ni une moyenne. »

M. **Ch. Sainte-Claire Deville** appelle également l'attention de l'Académie sur une brochure de M. le Dr *Fines*, intitulée « Vent, sa direction et sa force, observées à Perpignan. »

« L'auteur, avec un rare désintéressement, a acquis et fait établir, à ses frais, plusieurs anémométrographes électriques, dont l'anémomètre Robinson a été construit par M. Salleron et l'enregistreur par M. Breguet, d'après le système proposé par notre confrère M. Hervé Mangon. Un de ces appareils a fonctionné pendant les trois années 1870, 1871 et 1872, et l'on trouvera dans ce remarquable Mémoire, avec la description, accompagnée de dessins, de l'instrument employé, les résultats numériques des observations tri-horaires de la direction et de la vitesse du vent pour ces trois années, ainsi que les remarques intéressantes qu'elles ont suggérées à l'auteur. En définitive, cette double publication marquera dans l'histoire des Observatoires départementaux, dont l'établissement ou la réorganisation est en ce moment d'un intérêt capital. »

La séance est levée à 4 heures et demie. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 13 octobre 1873, les ouvrages dont les titres suivent :

Mémoires sur les vibrations des fils de verre attachés par une de leurs extrémités à un corps vibrant et libres à l'autre; par M. H. VALÉRIUS. Bruxelles, imp. Hayez, sans date. (Extrait des *Mémoires de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique.*) (Deux exemplaires.)

Journal télégraphique publié par le Bureau international des Administrations télégraphiques; Ier vol., 25 novembre 1869-25 décembre 1871; IIe vol., 25 janvier 1872-25 septembre 1873. Berne, imp. Rieder et Simmen; 2 vol. in-4°.

Rapport spécial sur l'immigration, accompagné de renseignements pour les immigrants, etc.; par Edward YOUNG. Washington, imp. du Gouvernement, 1872; in-8°.

Rapports publiés par le Ministère de l'Agriculture et du Commerce. Direction de l'Agriculture. Rapport du Jury sur le concours spécial et international de machines à moissonner, tenu à l'École d'Agriculture de Grignon, les 1er, 2 *et* 3 *août* 1873; *par* J.-A. BARRAL. Paris, G. Masson, 1873; in-8°.

*Étude des applications thérapeutiques de l'*Eucalyptus globulus; *par* le Dr GIMBERT (de Cannes). Paris, Asselin, 1873; br. in-8°. (Adressé au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

History of the american ambulance established in Paris during the siege of 1870-1871, *together with the details of its methods and its works; by* Th.-W. EVANS. London, Sampson Low, 1873; in-8°, relié. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

A phrenologist amongst the todas or the study of a primitive tribe in south India; history, character, customs, religion, infanticide, polyandry, language; by W.-E. MARSHALL. London, Longmans, Green and C°, 1873; in-8°, relié.

Contributions to our knowledge of the meteorology of the antartic regions. London, printed by G.-Ed. Eyre, 1873; in-4°.

Memoir of sir Benjamin Thompson, count Rumford, with notices of his daugh-

ter; by George-E. ELLIS. Philadelphia, Claxton, Remsen and Haffelfinger, sans date; 1 vol. in-8°, relié.

Sanitary Commission, n° 96. The U. S. sanitary Commission in the valley of the Mississipi during the war of the rebellion 1861-1866. *Final Report of* Dr J.-S. NEWBERRY. Cleveland, Fairbanks, Benedict et C°, 1871; in-8°, relié.

The american Ephemeris and Nautical Almanac for the year 1875. Bureau of Navigation, 1872; in-8°.

Third and fourth annual Report of the geological survey of Indiana, made during the years 1871 *and* 1872; *by* E.-T. COX. Indianopolis, Bright, 1872; in-8°, relié, avec cartes.

Proceedings of the american Association for the advancement of Science, twentieth meeting held at Indianopolis, Indiana, august 1871. Cambridge, J. Lovering, 1872; in-8°.

Memoirs of the Peabody Academy of Science; vol. I, number 2, 3. Salem, published by the Academy, 1871-1872; 2 br. in-8°.

Fourth annual Report of the trustees of the Peabody Academy of Science for the year 1871. Salem, printed for the Academy, 1872; in-8°.

Record of american Entomology for the year 1870; edited by A.-P. PACKARD. Salem, naturalist's book Agency, 1871; in-8°.

The american Naturalist a popular illustrated Magazine of natural History; vol. V, april-december 1871, nos 2 à 12; vol. VI, january-november 1872, nos 1 à 11. Salem, 1871-1872; in-8°.

Science in America with remarks on the modern methods of science. Address to the american Association for the advancement of Science; by the retiring President J. LAWRENCE-SMITH, Aug., 29, 1873. Sans lieu ni date; in-8°.

Schriften der Universität zu Kiel aus dem Jahre 1872; Band XIX. Kiel, C.-F. Mohr, 1873; in-4°.

L'Académie a reçu, dans la séance du 20 octobre 1873, les ouvrages dont les titres suivent :

École nationale des Ponts et Chaussées. Catalogue descriptif des modèles, instruments et dessins des galeries de l'École; par M. H. BARON. Paris, Imprimerie nationale, 1873; in-8°.

Recueil de mémoires et observations sur l'hygiène et la médecine vétérinaires militaires; t. XIX. Paris, Dumaine, 1871; in-8°.

Note sur la géographie botanique du Maroc; par M. E. COSSON. Paris, 1873; br. in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société botanique de France.*)

Prodromus systematis naturalis regni vegetabilis, etc.; auctore Alphonso DE CANDOLLE. Parisiis, G. Masson, 1873; in-8°.

Comparaison de l'éocène inférieur de la Belgique et de l'Angleterre avec celui du bassin de Paris; par M. HÉBERT, Paris, Martinet, sans date; br. in-8°.

Une synthèse physique, ses inductions et ses déductions, etc.; par M. le Dr F.-A. DURAND (de Lunel). Paris, Savy, 1873; 1 vol. in-18. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

Résumé didactique sur les hernies des chevaux; par L. COLLENOT. Nancy, imp. Hinzelin, 1873; in-8°.

Étude sur le mouvement de la population et sur les affections épidémiques qui ont régné au Havre durant les années 1871 *et* 1872; *par* le Dr Ad. LECADRE. Paris, Baillière et fils, 1873; in-8°. (Deux exemplaires.)

Essai sur la détermination des pas des hélices des canons rayés; par M. MARTIN DE BRETTES. Paris, Dumaine, 1873; br. in-8°. (Extrait du *Journal des Sciences militaires.*)

Limites des pas des hélices des canons rayés; par M. MARTIN DE BRETTES. Paris, Dumaine, 1873; br. in-8°. (Extrait du *Journal des Sciences militaires.*)

(Ces deux derniers ouvrages sont présentés par M. Tresca.)

Report of the forty-second meeting of the british Association for the advancement of Sciences held at Brighton in august 1872. London, J. Murray; in-8°, relié.

The zoological record fort 1871; *being eighth volume of the record of zoological literature*, edited by Al. NEWTON. London, J. Van Voorst, 1873; in-8°, relié.

The Transactions of the linnean Society of London; vol. XXVIII, part the third. London, 1873; in-4°.

(La suite du Bulletin *au prochain numéro.)*

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 3 NOVEMBRE 1873.

PRÉSIDENCE DE M. DE QUATREFAGES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Analyse et critique d'un « Essai sur la constitution et l'origine du système solaire,* par M. Roche ». Note de M. FAYE.

« L'Académie a toujours accueilli avec intérêt les travaux que M. Roche, professeur éminent de la Faculté de Montpellier, lui a adressés sur divers points de la Mécanique céleste. Elle a remarqué plus particulièrement ses idées sur la variation de la densité à l'intérieur de notre globe. La loi de M. Roche donne aux couches centrales une densité de même ordre que celle du groupe intermédiaire de nos métaux usuels (argent et plomb), densité cinq fois plus grande que celle des couches superficielles, et assigne à la pesanteur un maximum au-dessous de la surface, à une profondeur d'environ 1 million de mètres. On sait que cette théorie a été bien remarquablement confirmée par une expérience célèbre de M. Airy dans une mine profonde du Northumberland. Nous connaissons tous les recherches de M. Roche sur les atmosphères des corps célestes et sur la figure des comètes, travaux devenus classiques depuis qu'un de nos savants confrères, M. Resal, en a introduit dans l'enseignement supérieur les principaux résultats.

» Le nouveau livre de M. Roche n'a pas pour but de reprendre ces travaux, mais d'exposer les conséquences qui en dérivent sur une des plus grandes questions de ce siècle, à savoir la constitution et l'origine du système solaire : il m'a chargé d'en faire hommage en son nom à l'Académie.

» On a pu voir déjà que l'étude mathématique des atmosphères célestes touche de bien près aux questions que Laplace avait soulevées dans son hypothèse cosmogonique : il est peut-être plus exact de dire que l'étude des surfaces de niveau dans ces atmosphères nous place à un point de vue général auquel se rattache cette célèbre hypothèse qui devient ainsi plus accessible à l'analyse. M. Roche a considéré en effet le cas où un astre isolé n'aurait qu'un simple mouvement de rotation, ce qui s'applique au Soleil; celui où l'astre serait en outre soumis à l'attraction d'un corps extérieur, ce qui comprend les planètes; enfin le cas extrême où l'astre dénué de rotation se précipiterait vers un centre de force, cas d'où dépendent les phénomènes cométaires; et bien que son analyse ne puisse le conduire qu'à des figures d'équilibre vers lesquelles les atmosphères tendent à chaque instant sans s'y arrêter jamais, elle peut néanmoins fixer les idées et servir de base à nos spéculations sur le système solaire tout entier.

» M. Roche a étudié ainsi, dans ces divers cas où tous les phénomènes de notre système se trouvent compris, la série de ces surfaces de niveau bien au delà des limites actuelles des atmosphères; il a fait voir qu'à partir d'une certaine distance ces surfaces cessent d'être convexes vers le centre de l'astre considéré : elles s'entr'ouvrent pour ainsi dire et présentent des nappes infinies, de sorte que, si par la pensée on étendait l'atmosphère actuelle d'une de nos planètes jusque dans ces régions d'instabilité, ses matériaux ne seraient plus retenus par leur pesanteur vers l'astre, mais se disperseraient dans l'espace en coulant le long de ces surfaces. On voit naître dès lors cette idée qu'un corps n'a pas une faculté absolue d'exister, en vertu de la seule attraction mutuelle de ses parties, et qu'il doit y avoir des circonstances très-admissibles où cette faculté cessera pour lui. Parmi celles qui se réalisent autour de nous, sous nos yeux, ou qui ont dû se réaliser, il en est qui offrent un vif intérêt : telles sont, pour l'époque actuelle, celles qui se présentent pour les comètes, et, dans le passé, celles qui ont présidé à la formation de notre système planétaire.

» C'est à ce point de vue que M. Roche reprend l'étude des origines de ce système afin de compléter l'idée de Laplace et de faire disparaître certaines objections que l'illustre auteur avait laissé subsister. Il y restait en

effet certaines difficultés. Sans parler du mouvement rétrograde des satellites d'Uranus et de Neptune, les anneaux de Saturne, dont la merveilleuse structure avait été justement présentée comme un exemplaire subsistant d'une des formations primitives, se trouvent à moitié compris dans la limite actuelle de l'atmosphère de leur planète, c'est-à-dire dans une région où il serait impossible, en prenant à la rigueur les idées de Laplace, que cette atmosphère en se contractant eût abandonné ces matériaux, puisque, si elle venait à se dilater actuellement, elle pourrait subsister jusque vers le milieu de leur largeur.

» De même la grande distance qui sépare la Lune de la Terre présente une difficulté inverse. Jamais, dans l'ordre d'idées de Laplace, l'atmosphère propre de la Terre n'eût pu s'étendre jusque-là.

» Outre les difficultés, il y avait aussi des lacunes. Pourquoi, entre Jupiter et Mars, cette solution de continuité déjà remarquée par Kepler dans la succession des grosses planètes? Pourquoi cette multitude d'astéroïdes dont le nombre s'élève déjà à 135 et dépasse peut-être de beaucoup ce nombre déjà si grand, au lieu de la planète unique que nous devrions y voir circuler? Pourquoi, après cette espèce de hiatus dans le monde planétaire, voit-on se succéder des formations si différentes des précédentes, celles des planètes très-denses à rotation lente, comme Mars, la Terre, Vénus et Mercure?

» Ces problèmes ont été traités par M. Roche à l'aide d'une conception nouvelle qu'il a tirée de ses travaux antérieurs. Laplace n'avait considéré que des anneaux abandonnés au delà de la limite où la pesanteur vers le Soleil fait équilibre à la force centrifuge. M. Roche a fait voir, par la discussion de ses surfaces de niveau, que la portion de la nébuleuse devenue libre ne vient pas seulement de l'équateur, mais d'une nappe superficielle qui s'étend beaucoup plus loin vers les deux pôles et qui se met à couler vers l'ouverture équatoriale. Or certaines parties y arrivent avec une vitesse insuffisante pour circuler extérieurement; elles rentrent dès lors dans la nébulosité en décrivant des ellipses dont l'aphélie est précisément à la limite équatoriale. Une fois cette notion admise, et elle ne peut l'être pleinement que si l'on tient compte de la rareté excessive de la nébuleuse solaire dans les régions considérées, M. Roche admet que, en vertu de la résistance du milieu, une partie de ces matériaux finissent par tomber sur le Soleil en lui restituant quelque chaleur, mais que d'autres n'éprouvent pas cet effet et perdent seulement, par leurs réactions mutuelles, leurs

vitesses radiales, en conservant à peu près leurs vitesses tangentielles (1).

» Cette idée d'anneaux intérieurs rendus libres à leur tour par la contraction progressive de l'atmosphère génératrice donne à M. Roche l'explication de l'existence d'une partie des anneaux de Saturne dans une région où, d'après une autre loi qui lui est due, aucun satellite de même densité que la planète n'aurait pu se former.

» Bornons-nous à indiquer ici les notions originales introduites dans cette belle théorie par M. Roche.

» Égalité de durée, à l'origine, entre la rotation et la révolution de chaque masse planétaire.

» Impossibilité de la formation de satellites quelconques pendant toute la période où l'action solaire a pu maintenir cette égalité.

» Possibilité de la formation d'un ou de plusieurs satellites à partir de l'époque où le rétrécissement de la surface limite de l'atmosphère de la planète a réduit la force dirigeante de l'astre central.

» Formation d'anneaux intérieurs, à la surface limite, entièrement liée à celle des anneaux extérieurs considérés par Laplace.

» Condition pour qu'une planète ou une masse fluide puisse conserver sa figure d'équilibre, malgré l'attraction du corps central. [La distance ne doit pas tomber au-dessous des cinq quarts du quotient du diamètre de ce dernier divisé par la racine cubique de la densité du satellite (2)].

---

(1) Me permettrai-je d'ajouter ici, pour mon propre compte, qu'ayant examiné, il y a quelques années, l'influence d'un milieu *circulant* sur la marche d'un corps qui s'y meut dans une orbite excentrique, j'ai trouvé que le grand axe ne diminuait pas indéfiniment comme dans le cas d'un milieu *immobile*, mais que sa variation est liée à la variation plus rapide de l'excentricité, de manière à s'annuler en même temps que celle-ci, en sorte que, à partir du moment où celle-ci s'annule, le grand axe reste indéfiniment constant (sauf de petites variations périodiques). Il résulte de là qu'aucune partie des traînées elliptiques de M. Roche ne tombera sur le Soleil, mais que leur ensemble se transformera peu à peu, par l'action du milieu ambiant, en un anneau ou une série d'anneaux circulaires. C'est seulement dans le cas d'un milieu résistant immobile, seul milieu considéré par les géomètres, mais qui ne saurait exister à moins d'être en même temps impondérable, que le mobile se rapproche indéfiniment de l'astre central en décrivant une spirale de plus en plus resserrée, de manière à tomber finalement sur lui. (*Comptes rendus*, 1860, t. L, p. 68 et suiv. : *Sur l'hypothèse du milieu résistant*, par M. Faye.)

(2) La formule de M. Roche est $2,5 . r \sqrt[3]{\frac{\delta}{\delta'}}$, δ et δ' étant les densités de l'astre central et du satellite. Si on prend la première pour unité, ainsi qu'on le fait souvent, on retombe identiquement sur l'énoncé du texte.

» Ces notions nouvelles complètent, j'ose le dire, la conception de Laplace; elles lui permettent de s'étendre jusqu'aux détails au moyen d'une discussion analytique assez simple pour ne dérouter aucun lecteur. C'est cette discussion qui a permis à M. Roche de mettre en pleine lumière, longtemps avant le beau Mémoire de M. Clerk Maxwell et les recherches si originales de notre Confrère M. Hirn sur les anneaux de Saturne, la véritable nature de ces satellites, et qui a permis de rattacher pleinement à la théorie les délicates conditions physiques que M. Simon avait signalées pour la Lune dans un Mémoire justement remarqué.

» La seule critique que je me hasarderai d'opposer au beau travail de M. Roche porte sur un point de détail, à savoir une des actions que M. Roche attribue aux anneaux intérieurs (primitivement) qui ont pu se former en dernier lieu autour de la Terre et même du Soleil, et dont il ne reste plus aujourd'hui aucune trace. Il admet qu'ils ont dû se briser sous l'influence des actions extérieures, tomber sur l'astre central et modifier sensiblement sa rotation. Si de tels phénomènes ont eu lieu pour le Soleil, l'époque en est bien éloignée, et encore doit-on admettre, je pense, contrairement à l'opinion énoncée par M. Roche, que ces menus accidents n'ont pu modifier que fort passagèrement la rotation, bien loin de lui avoir imprimé, il y a des milliers de siècles, une allure capable d'expliquer les phénomènes singuliers dont nous sommes témoins aujourd'hui.

» Quoi qu'il en soit, le livre nouveau de M. Roche ne se recommande pas seulement à l'attention de l'Académie par la vieille et légitime autorité scientifique de l'auteur, mais aussi par la nouveauté des résultats et un style assez clair pour rendre aisément accessibles les délicates questions de nos origines. Ce livre manquait dans la littérature astronomique, et M. Roche était probablement le seul auteur suffisamment préparé à l'écrire, grâce à ses travaux antérieurs. Je me bornerai, en terminant, à citer ses dernières paroles :

» Ces questions se rattachent intimement, comme on voit, à notre étude sur les atmosphères et les lois de leur condensation ; mais ce premier aperçu a besoin d'être approfondi et développé, surtout par l'application de l'analyse. Peu de travaux ont été jusqu'ici effectués dans cette voie; nous avons eu occasion de les citer. Quant à nos propres recherches sur ce sujet, nous sommes loin de nous dissimuler combien elles laissent à désirer. Laplace lui-même, avant d'aborder l'exposition de son hypothèse cosmogonique, s'excuse presque en disant qu'il la présente avec la défiance que doit inspirer tout ce qui n'est point un résultat de l'observation et du calcul. Cette réserve, exagérée sans doute chez l'illustre auteur, s'impose comme un devoir quand, après Laplace, on ose aborder un sujet aussi ardu; mais, si imparfait que soit cet essai, il en suscitera peut-être un peu plus complet en appelant l'at-

tention sur les grands problèmes cosmogoniques. Puisse-t-il ainsi avancer le jour où il sera donné à l'homme de connaître l'histoire de ce monde où il vit, du système solaire, cette bien minime partie de l'œuvre du Créateur. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Action mutuelle des courants voltaïques;* par M. **J. Bertrand**.

« Il y a deux ans environ, dans la séance du 23 octobre 1871, j'appelais l'attention de l'Académie sur une formule nouvelle proposée par un savant allemand, M. Helmholtz, et destinée, par lui, à remplacer la loi d'Ampère sur l'action élémentaire des courants.

» La loi nouvelle, je l'ai démontré, ne correspond à aucune force de grandeur et de direction déterminée s'exerçant entre les deux éléments, et cela seul, suivant moi, devait conduire à la rejeter. Une année plus tard, le 14 octobre 1872, je revenais sur la même question pour examiner la réponse faite par M. Helmholtz à mon objection et insérée au tome LXXV du *Journal de Mathématiques* publié à Berlin par M. Borchardt.

» M. Helmholtz reconnaît sans difficulté qu'aucune force, d'après la loi qu'il propose, ne saurait représenter l'action d'un élément infiniment petit sur un élément infiniment petit; mais il n'y voit aucun argument décisif contre sa théorie : l'action de deux éléments se composera d'une force et d'un couple agissant sur chacun d'eux, et cela, dans son opinion, n'implique aucune contradiction.

» Mais, en suivant jusqu'au bout les conséquences des principes admis, en calculant le moment du couple, on trouve que les forces qui le produisent devraient avoir une intensité finie.

» Quelle que soit la ténacité d'un fil, une infinité de forces, de grandeur finie, distribuées sur sa longueur, doivent en procurer la rupture; je l'ai montré avec détail dans la Note du 14 octobre 1872, croyant cette fois avoir établi rigoureusement l'impossibilité de la loi nouvelle.

» On me communique le *Compte rendu de l'Académie de Berlin*, du 6 février 1873; M. Helmholtz revenant sur la question n'a rien changé, je le vois, à ses convictions. J'ai traduit son Mémoire, assez court pour figurer aux *Comptes rendus*, et j'espère, après l'y avoir inséré en entier, montrer avec évidence, dans la séance prochaine, les causes précises de son illusion et l'inexactitude de ses formules.

« *Comparaison de la loi d'Ampère et de celle de Neumann sur les forces électrodynamiques.*

» M. F.-E. Neumann (père) a réuni sous une seule loi, relativement très-simple, l'étude complète :

» 1° Des forces motrices électrodynamiques embrassées par la loi d'Ampère;

» 2° De l'induction électrodynamique produite par le mouvement des conducteurs;

» 3° De l'induction électrodynamique produite par des variations de l'intensité du courant. Cette loi ne donne pas directement les forces qui tendent à faire mouvoir les conducteurs, mais le potentiel, c'est-à-dire le travail développé par elles dans le passage d'une position à une autre. Il est vrai que, pour les phénomènes cités n°s 1 et 2, on aurait pu trouver une loi lors même qu'il serait impossible de représenter les forces électrodynamiques par les coefficients différentiels d'un potentiel; les phénomènes indiqués au n° 3, au contraire, exigent l'existence d'un potentiel, comme je l'ai déjà exposé dans l'Introduction à mon travail sur les équations de mouvement de l'électricité, dans le 72e volume du *Journal für reine und angewandte Mathematik* (de Borchardt).

» Cette loi de Neumann, qui ramène de la manière la plus heureuse, à une expression aussi simple que quantitativement exacte, une des théories les plus compliquées de la Physique, s'est toujours accordée avec les expériences et même avec les faits que son auteur n'avait pas primitivement en vue. Moi-même je me suis efforcé de démontrer, par des expériences, son application aux courants rapidement variables de l'induction à circuit fermé ou ouvert, et, dans le travail théorique cité plus haut, j'en ai poursuivi les conséquences pour la forme la plus générale des décharges électriques oscillatoires dans des conducteurs à trois dimensions, et ces conséquences s'accordent avec la marche générale empiriquement connue des phénomènes, quoique des mesures quantitatives n'existent jusqu'à présent que pour les fils linéaires à circuit fermé. Pour ceux-ci, les conséquences de la loi de Neumann concordent, du reste, avec celles que M. Kirchhoff a fait découler de la loi de Weber, et qu'il a comparées en partie avec l'expérience.

» Or M. F.-E. Neumann a seulement démontré, du moins dans les travaux publiés par lui, que la loi du potentiel pour les forces motrices électrodynamiques donnait, dans les conditions observées jusqu'à présent, je veux dire dans les courants fermés, des résultats concordant avec la loi d'Ampère parfaitement juste pour ces cas, et il ne l'a fait qu'en partant de la supposition plus restreinte que les deux conducteurs, dans leur mouvement, ne changent ni de forme ni de dimension. On ignorait, en effet, à l'époque où parut son travail, les recherches sur le mouvement des courants électriques dans des conducteurs à trois dimensions; sans elles, on ne pouvait former le potentiel d'un conducteur agissant sur lui-même : la considération de ce potentiel, qui devient infini pour un conducteur linéaire, est indispensable à l'étude des actions mutuelles exercées par les parties d'un conducteur mobile, ou du moins on ne pouvait la remplacer que par des considérations compliquées ou difficiles. M. F.-E. Neumann, s'attachant prudemment et rigoureusement aux données, a peut-être, pour cette raison, limité sa démonstration aux cas déjà clairement connus à cette époque.

» Les recherches qui manquaient alors ont été faites par M. Kirchhoff, et, les résultats pouvant être regardés comme certains, on pouvait sans difficulté étendre aux cas les plus généraux du mouvement des courants électriques la loi qui se déduit d'une manière presque nécessaire de la définition donnée primitivement par M. Neumann. Cela n'ayant encore eu lieu nulle part explicitement, que je sache, et, d'un autre côté, l'absence d'application spéciale ayant fait naître des doutes, tels qu'en ont formulés surtout MM. Ed. Riecke, Bertrand et C. Neumann fils, je me suis efforcé de combler cette lacune, et je prends la liberté de résumer ici les résultats de ce travail.

» 1. *Valeur du potentiel* P *de deux éléments de courants linéaires* D*s* *et* Dσ *l'un sur l'autre, dont les intensités de courant sont* i *et* j, *et dont la distance est représentée par* r. — J'ai conservé pour cette expression la forme employée dans mon travail indiqué plus haut; par l'introduction d'une constante k, d'abord indéterminée, mais en tout cas positive, cette forme est plus générale que celle employée de préférence par M. F.-E. Neumann, et qui correspond à la valeur $k = 1$:

$$(1)\qquad P = -\frac{1}{2}A^2\frac{ij}{r}[(1+k)\cos(Ds, D\sigma) + (1-k)\cos(r, Ds)\cos(r, D\sigma)]Ds\,D\sigma.$$

» Les quantités $(Ds, D\sigma)$, (r, Ds) et $(r, D\sigma)$ désignent les angles formés par la direction des lignes indiquées dans les parenthèses; on choisit comme direction positive pour r celle qui va de σ à s; mais, pour Ds et Dσ, celle que suit l'électricité positive.

» La quantité $-$P désigne l'énergie produite dans Ds et Dσ par l'existence simultanée des courants électriques, énergie qui apparaît comme courant d'induction à la cessation d'un des courants.

» La quantité $+$ P, au contraire, est l'énergie potentielle des forces motrices électrodynamiques agissant sur les conducteurs, à condition que dans leurs mouvements les intensités de courants i et j restent invariables.

» Le potentiel P dépendant des angles, l'effet mécanique du courant Dσ sur l'élément Ds, représenté comme une barre solide, ne pourra pas se remplacer par une seule force, comme chez Ampère, Grassmann, Stefan, mais par deux forces appliquées aux deux extrémités de Ds, dont l'intensité est indépendante de la longueur Ds.

» La manière dont ces forces agissent sur un élément parfaitement élastique résultera du reste plus complétement de l'analyse suivante :

» Les quatre forces agissant sur les extrémités de Ds et de Dσ satisfont, pour toute valeur de la constante k, à la loi de l'égalité de l'action et de la réaction (1), ce que font également les forces admises par Ampère, mais pas, en général, celles admises par MM. Grassmann et Stefan.

» 2. *Loi des forces motrices électrodynamiques.* — Pour la formuler pour des conducteurs à trois dimensions, il faut se les figurer divisés en fils conducteurs suivant partout la direction des lignes actuelles de courant, de telle sorte qu'aucune électricité ne passe de l'un de ces fils dans son voisin.

» Les forces motrices électrodynamiques exercées sur chaque élément d'un fil conducteur sont alors données par la règle que le travail mécanique que fournissent lesdites forces dans un déplacement quelconque infiniment petit des fils conducteurs considérés comme flexibles et ductiles est égal à la diminution du potentiel électrodynamique ayant lieu pour ce même déplacement, en supposant, dans le calcul, que l'intensité de courant reste invariable dans chaque filet formé par les mêmes particules pondérables.

» 3. A tout point du système conducteur, où la quantité de l'électricité libre n'est pas modifiée par les courants existants du moment, les fils conducteurs sont continus. Il faut admettre des interruptions partout où la quantité de l'électricité subit des variations. S'il y

(1) Cela n'a sans doute été nié que par mégarde par M. C. Neumann dans son travail cité plus haut. L'exactitude de l'assertion résulte de ce que le potentiel de ces forces dépend seulement de la position relative des éléments Ds et Dσ.

a de tels points dans l'intérieur du conducteur, une partie de l'électricité peut passer ailleurs; on peut se figurer là l'extrémité d'un fil conducteur ou d'une partie de ce fil coïncidant avec les élément de longueur d'une autre partie de ce même fil. Si i est l'intensité du courant dans le fil et e l'électricité libre à son extrémité, on aura à l'extrémité supérieure (vers laquelle sera dirigé un i positif) $i = \frac{de}{dt}$, à l'extrémité inférieure $i = -\frac{de}{dt}$.

» Pour les effets d'un conducteur linéaire σ sur un conducteur s de même nature, on peut succinctement indiquer la marche du calcul de la manière suivante : la ductilité des conducteurs permettant la variation des longueurs s et σ, il faut introduire deux autres paramètres p et ϖ pour caractériser les différents points matériels du conducteur. Nous admettrons que, dans le mouvement, la valeur de p reste constante pour chaque point du conducteur s, de même celle de ϖ pour chaque point de σ, et que s soit une fonction univoque continue de p, et σ une fonction pareille de ϖ. Nous composons la valeur de P de deux parties, à savoir :

$$(1a) \qquad P = P_1 + P_2,$$

$$(1b) \qquad P_1 = -A^2 ij \int\int \frac{\cos(Ds, D\sigma)}{r} Ds\, D\sigma,$$

$$(1c) \qquad P_2 = -A^2 \frac{1-k}{2} ij \int\int \frac{d^2 r}{ds\, d\sigma} Ds\, D\sigma.$$

L'expression pour P_1 peut s'écrire

$$(1d) \qquad P_1 = -A^2 ij \int\int \frac{1}{r}\left(\frac{dx}{dp}\frac{d\xi}{d\varpi} + \frac{dy}{dp}\frac{d\eta}{d\varpi} + \frac{dz}{dp}\frac{d\zeta}{d\omega}\right) dp\, d\varpi;$$

x, y, z sont les coordonnées des points du conducteur s; ξ, η, ζ celles du conducteur σ.

» Pour trouver les forces X, Y, Z qui agissent sur s et dépendent de P_1, il faut attribuer à x, y, z les variations $\delta x, \delta y, \delta z$ et écrire

$$(2) \qquad \int\int (X\delta x + Y\delta y + Z\delta z) + \delta P_1 = 0.$$

» Pour trouver les forces X, il suffit de faire varier x; cela donne

$$\delta P_1 = -A^2 ij \int\int \frac{d}{dx}\left(\frac{1}{r}\right)\left(\frac{dx}{dp}\frac{d\xi}{d\varpi} + \frac{dy}{dp}\frac{d\eta}{d\varpi} + \frac{dz}{dp}\frac{d\zeta}{d\varpi}\right) dp\, d\varpi\, \delta x$$
$$- A^2 ij \int\int \frac{1}{r}\frac{d\xi}{d\varpi}\frac{d\delta x}{dp} dp\, d\varpi.$$

» Il faut éliminer $\frac{d\delta x}{dp}$ de la seconde partie de cette expression par l'intégration par parties. En faisant cela et en considérant que, d'après l'équation (2), les facteurs multipliés par δx sont les valeurs des forces X appliquées à l'élément, prises en signe contraire, on aura :

» 1° Pour l'intérieur de s,

$$X ds = A^2 ij\, dy \int \left[\frac{d}{dx}\left(\frac{1}{r}\right)\frac{d\eta}{d\varpi} - \frac{d}{dy}\left(\frac{1}{r}\right)\frac{d\xi}{d\varpi}\right] d\varpi$$
$$+ A^2 ij\, dz \int \left[\frac{d}{dx}\left(\frac{1}{r}\right)\frac{d\zeta}{d\varpi} - \frac{d}{dz}\left(\frac{1}{r}\right)\frac{d\xi}{d\varpi}\right] d\varpi;$$

» 2° Pour les extrémités de s, dont l'électricité libre peut être désignée par e,

$$\overline{X} = A^2 j \frac{de}{dt} \int \frac{1}{r} \frac{d\xi}{d\varpi} d\varpi.$$

» Les expressions analogues pour les forces Y et Z sont faciles à trouver.

» Les forces X, pour l'intérieur, concordent avec la forme de Grassmann; les actions exercées aux extrémités distinguent la théorie du potentiel de celle de Grassmann.

» Les allongements des conducteurs n'étant plus à prendre en considération dans la suite du calcul, on peut, dans ces expressions, introduire s et σ à la place des variables indéterminées p et ϖ.

» Quand on intègre de nouveau, par parties, les termes provenant de la seconde intégrale de la valeur de δP_1 et contenant tous comme facteur $\frac{d\xi}{d\varpi}$, de manière que $\frac{d\xi}{d\varpi}$ soit éliminé et remplacé par son intégrale $(\xi - x)$, on peut écrire la valeur de X

(3) $$X = \int X_i \, d\sigma + \Sigma X_a \ldots,$$

où X_a sont les parties de l'expression provenant de l'intégration par parties se rapportant aux extrémités de σ; mais les X_i se comportent ici comme les composantes des forces d'Ampère, à savoir :

(3a) $$X_i = -\frac{x-\xi}{r} ij A^2 \left[\frac{2}{r^2} \left(\frac{dx}{ds}\frac{d\xi}{d\sigma} + \frac{dy}{ds}\frac{d\eta}{d\sigma} + \frac{dz}{ds}\frac{d\zeta}{d\sigma} \right) \right] + \frac{3}{r^2}\frac{d\eta}{ds}\frac{d\eta}{d\sigma},$$

(3b) $$X_a = -A^2 i \frac{d\varepsilon}{dt} \frac{x-\xi}{r^2} \frac{dr}{ds}.$$

» En opérant la même intégration partielle sur l'équation (2b), celle-ci revient à la forme

$$X = \Sigma \overline{X}_a + \int \overline{X}_i \, d\sigma,$$

où

(3c) $$\overline{X}_i = -A^2 j \frac{de}{dt} \frac{x-\xi}{r^2} \frac{dr}{d\sigma},$$

(3d) $$\overline{X}_a = -A^2 \frac{de}{dt} \frac{x-\xi}{r}.$$

» Il faut ajouter encore les forces qui proviennent de la deuxième partie P_2 du potentiel P donnée dans (1_c). Mais, par l'intégration par rapport à s et σ, la valeur de cette deuxième partie peut être ramenée à la forme

$$P_2 = -A^2 \frac{1-k}{2} \sum \left(\frac{de}{dt} \frac{d\varepsilon}{dt} r \right),$$

où l'addition se rapporte aux valeurs qui correspondent aux différentes combinaisons de deux extrémités de s et σ. Ce P_2 n'est plus dépendant des directions des éléments de conducteurs, mais seulement de la distance de leurs extrémités, et indique par conséquent l'existence de forces répulsives entre elles, ayant pour intensité

$$A^2 \frac{1-k}{2} \frac{de}{dt} \frac{d\varepsilon}{dt},$$

dont les composantes s'ajoutent à celles données en $\overline{X}_a$. La somme des deux forces répul-

sives est

$$- A^2 \frac{1+k}{2} \frac{de}{dt} \frac{d\varepsilon}{dt},$$

» L'application de ce calcul à des conducteurs linéaires ramifiés, à des conducteurs qui s'étendent dans trois dimensions, et aux effets d'un conducteur sur lui-même, n'offre en principe aucune difficulté.

» *Comparaison des résultats de ce calcul.* — La loi d'Ampère et celle de Grassmann ne reconnaissent que des forces agissant entre éléments de courant; les éléments de courants n'en exercent aucune sur les extrémités de courants, non plus que les extrémités les unes sur les autres. Quant à cette première catégorie d'effets, à savoir, des éléments de courants sur des éléments de courants, la loi du potentiel est dans un accord parfait avec ces deux lois pour toute espèce de déplacement d'un conducteur parfaitement flexible, ductile ou liquide. Les cas des points de glissement sont compris dans l'application des principes; mais la loi du potentiel donne, outre les forces d'élément de courant sur élément de courant :

» *a*) Les forces agissant entre les éléments de courant et les extrémités de courant;

» *b*) Les forces agissant entre les extrémités de courants.

» Le calcul de ces forces donne des résultats un peu différents, selon qu'on ramène ce calcul des éléments de courants à la loi de Grassmann ou à celle d'Ampère; car, dans le cas où un courant est ouvert, ces deux lois deviennent distinctes.

» Nous pouvons, comme Ampère l'a fait, ramener toutes ces forces à des forces attractives ou répulsives, agissant toutes dans le sens de la ligne de jonction des éléments linéaires et des points d'extrémités en question. La loi de l'action exercée, d'après Ampère, par deux éléments de courant est exprimée par l'équation ($3a$).

» D'après la loi du potentiel, il faut y ajouter :

» *a*) une force répulsive entre l'élément de courant $j D\sigma$ et l'électricité e, devenant libre à l'extrémité du fil s de la grandeur

$$A^2 J \frac{de}{dt} \frac{\cos r, D\sigma}{r} D\sigma.$$

» Celle-ci est, à ce qu'on voit, propre à toute loi de potentiel et indépendante de la valeur spéciale de la constante k.

» *b*) une force répulsive entre deux extrémités de courant avec les quantités électriques e et ε, dont la grandeur est

$$- A^2 \frac{(1+k)}{2} \frac{de}{dt} \frac{d\varepsilon}{dt}.$$

» Celle-ci est dépendante de k et indépendante de r.

» Il est à remarquer que, d'après la loi du potentiel comme d'après la loi de Grassmann, la résultante électrodynamique de toutes les extrémités et de tous les éléments (de courant) réunis est toujours perpendiculaire à la direction du courant. D'après la loi d'Ampère, cela n'a lieu que pour les effets des courants fermés. Il résulte de cela que la variation dans la répartition de la masse pondérable le long du fil conducteur dont elle fait partie n'exerce, d'après la loi du potentiel, aucune influence sur le travail des forces électrodynamiques, ce qui, par conséquent, comprend aussi le cas extrême où les parties pon-

dérables disparaissent complétement d'un élément conducteur, pourvu que les électricités suivent sa direction.

» 4. *Points de glissement.* — Si l'on se figure le glissement d'une pièce conductrice le long de la surface d'une autre comme le mouvement de deux corps absolument solides, l'application de la loi exposée au n° 2 pourrait paraître douteuse pour le cas où l'on ferait passer un courant électrique par un pareil point de glissement; car, à cette occasion, tout fil, en tant que composé d'une série continue de parties pondérables, serait nécessairement brisé au point de glissement. Du reste, l'électricité ne s'accumulant pas en réalité aux extrémités brisées, mais passant au moyen de nouvelles jonctions, nous ne devrions pas considérer dans le calcul les deux extrémités de la partie pondérable du fil comme des extrémités du courant en général, mais comme étant unies par un élément linéaire infiniment petit et dépourvu de substances pondérables. C'est dans ce sens que nos calculs et tous nos résultats seraient applicables à un pareil cas.

» Ceci est un des cas où la supposition de la solidité absolue des corps en question et de la discontinuité absolue du mouvement en deçà et au delà de la surface de glissement n'est pas admissible en Physique; mais elle ne peut être posée que comme limite, de laquelle les cas se présentant dans la réalité se rapprochent dans certaines circonstances favorables, au point que la distinction n'est plus possible. Pour trouver comment, dans un pareil cas, il faut appliquer la loi du potentiel, nous aurons à examiner comment les conséquences qu'on en tirerait se comporteraient dans le cas limite, lors du rapprochement successif d'un mouvement continu et d'un mouvement discontinu.

» Or, en réalité, il n'existe pas de discontinuité dans les cas où nous pouvons observer l'effet des forces électro-dynamiques sur des conducteurs ayant ce qu'on appelle des *points de glissement;* car, les forces motrices étant comparativement faibles et une bonne conductibilité étant exigée, il faudra toujours en faisant l'expérience porter un liquide conducteur, du mercure ou un électrolyte, entre les extrémités des conducteurs métalliques pour avoir une bonne conductibilité unie à une grande mobilité. Alors, en effet, le mouvement a lieu par un déplacement continuel des couches du liquide les unes par rapport aux autres, tandis que les couches extrêmes du liquide sont adhérentes aux conducteurs métalliques. Si nous avons besoin de métaux secs qui glissent l'un sur l'autre, nous sommes, comme on sait, obligés de produire par une forte pression un frottement dur qui modifie les surfaces, pour faire passer les faibles courants, et, pour les autres, il jaillit, aux points de frottement, des étincelles, c'est-à-dire des courants de vapeur métallique brûlante. Il se produit de fait par là une mince couche de transition dans laquelle peut avoir lieu d'une manière continue le passage de la partie immobile à la partie mobile du conducteur. Or, dès qu'il existe une couche de transition, quelque mince qu'elle soit, qui rétablit la continuité des déplacements, l'application de toutes les thèses posées plus haut et les conséquences de la loi du potentiel pour les circuits fermés ayant de pareils points de glissement restent en parfaite harmonie avec la loi d'Ampère et avec l'expérience.

» Si l'on veut, dans des cas de ce genre, calculer directement le résultat au moyen de la loi du potentiel, il faut remarquer que les fils conducteurs font, dans la couche de transition, des rotations angulaires qui, la rapidité du glissement restant la même, deviennent d'autant plus rapides que les parties tournantes des fils sont plus courtes, et que par là le travail électrodynamique à fournir à l'occasion de la rotation devient indépendant

de leur longueur, par conséquent, donc, indépendant de l'épaisseur de la couche de transition.

» Si, dans une pareille considération, on veut négliger l'existence d'une couche de transition infiniment mince, il faut cependant ajouter le couple dans les endroits de glissement, qui agit sur ces éléments négligés ds. Mais l'intensité des deux forces est indépendante de la longueur ds, comme on l'a déjà fait observer dans (1).

» Quand, comme dans l'exemple de M. Riecke, le rayon d'un cercle conduit le courant du centre autour duquel il peut se mouvoir à la circonférence conductrice, et qu'il se trouve en même temps sous l'influence de courants circulaires concentriques, il arrivera, comme M. Riecke l'a justement remarqué, d'après la loi du potentiel, qu'aucune force n'agira directement sur la partie solide du rayon dont la position relative, par rapport aux courants circulaires, ne se modifie pas, et il ne se manifestera que le couple qui agit sur la couche de transition au point de glissement. On en déduit le résultat annoncé.

» Quant à la question soulevée par M. Bertrand, et se rapportant aux forces qui tendent à détruire la cohésion du conducteur, l'analyse détaillée qui a été faite ici et qui prend en considération le cas le plus général d'éléments parfaitement ductiles et élastiques, montre que seules et exclusivement les forces de la loi de Grassmann agissent sur tous les éléments intérieurs des fils conducteurs en tant que l'intensité du courant électrique reste constante ; mais dans le cas de rupture du fil conducteur les forces trouvées dans 2_b deviendraient, il est vrai, actives sur la surface des extrémités et agiraient sur les deux surfaces en sens opposé. Elles pourraient tendre à rompre le conducteur s si le courant en σ était assez fort, assez proche et parallèle, mais de direction opposée à celui de s. Or les forces qui exerceraient leur action auraient toujours une intensité finie, et de plus, immédiatement après la rupture, la force électrostatique relativement très-puissante des électricités accumulées aux surfaces de rupture tendrait à produire le rapprochement. Or la considération de M. Bertrand qui se rapporte avant tout à un fil conducteur élastique, et par le résultat de laquelle il croit avoir anéanti toute la loi du potentiel, puisque, d'après lui, ces forces devraient briser tout conducteur qu'elles parcourraient, repose sur une erreur. Il a confondu la *déformation relative*, c'est-à-dire le rapport entre les déplacements et les dimensions linéaires de l'élément en question, avec la *déformation absolue*, c'est-à-dire la somme absolue de ces déformations. Sous l'influence d'un couple fini la déformation relative d'une lamelle infiniment mince est, il est vrai, finie, comme l'indique M. Bertrand; mais pour que le travail du couple produit dans la déformation fût fini, la *déformation absolue* de cette lamelle devrait être finie, ce qui n'est pas le cas. Celle-ci est, au contraire, du même ordre de grandeur que l'épaisseur de la lamelle, et par conséquent le travail produit dans la déformation sur la lamelle est également de l'ordre de son épaisseur, et le travail exercé sur tout le corps est fini.

» 5. Quant à la possibilité de décider entre la loi d'Ampère sur l'électrodynamique et la loi du potentiel, elle ne peut exister qu'avec des courants aux extrémités libres où l'électricité s'accumule et disparaît de nouveau. Sous ce rapport, la marche suivante s'offre comme ne paraissant pas irréalisable, quoiqu'elle ne puisse réussir sans le secours d'une grande masse de fil.

» Un aimant annulaire fermé ou un solénoïde équivalent de courants circulaires n'agit pas du tout extérieurement, comme on sait, d'après la loi d'Ampère. D'après la loi du potentiel, il n'agit pas sur des courants fermés, mais bien sur les extrémités de courants non

fermés. Si l'on suspend une table circulaire de Franklin de telle façon qu'elle puisse se mouvoir autour de son diamètre vertical, qui se confond avec le diamètre vertical de l'aimant annulaire, et que l'on fasse communiquer ses tablettes avec le fil de l'anneau, la décharge de la table de Franklin par l'anneau qui, dans ce cas, serait oscillatoire, tendra, d'après la loi du potentiel, à donner à la table une position parallèle au plan de l'anneau ; d'après la loi d'Ampère, elle sera sans influence.

» Si, d'un autre côté, une table circulaire de Franklin est suspendue horizontalement, qu'elle puisse tourner autour d'une verticale passant par son centre, et qu'il se trouve au-dessus d'elle un électro-aimant cylindrique à axe vertical, par les fils enroulés duquel la table de Franklin se décharge, elle devra, d'après la loi d'Ampère, tourner autour de son axe vertical; elle ne sera pas influencée, au contraire, d'après la loi du potentiel.

» J'essayerai de faire ces deux expériences; cependant il faut pour cela exécuter des recherches préliminaires, pour éviter les étincelles, et préparer les pièces de fer doux, avant de pouvoir commencer la construction de l'appareil avec quelque certitude. Tout cela exigeant un temps assez long, je me suis décidé à ne pas retarder plus longtemps la publication des résultats précédents de recherches théoriques. »

PHYSIQUE. — *Vérification de l'aréomètre de Baumé;* par MM. **Berthelot, Coulier** et **d'Almeida**.

« Nous avons l'honneur de faire hommage à l'Académie d'un travail que nous venons d'exécuter sur la vérification de l'aréomètre de Baumé, à la demande écrite d'un grand nombre d'industriels qui emploient cet instrument dans leurs transactions.

» Sans vouloir discuter les avantages ou les inconvénients respectifs du densimètre et de l'aréomètre de Baumé, au double point de vue de l'usage et de la construction facile et rigoureuse de ces instruments, nous avons rétabli, sur des bases que nous croyons irréprochables parce qu'elles sont strictement conformes à la définition originelle, la graduation de l'aréomètre de Baumé. Cette graduation avait été gravement altérée par divers usages, qui avaient abouti à en faire construire l'échelle d'après deux règles incompatibles.

» Nous croyons devoir extraire de ce travail quelques données numériques, susceptibles de rendre service aux chimistes et aux physiciens.

» I. *Densité de la solution d'eau salée qui sert de type dans la construction de l'aréomètre de Baumé.* — Cette solution a été préparée en dissolvant 15 parties de chlorure de sodium pur dans 85 parties d'eau distillée, pesées dans l'air avec des poids de laiton.

» 1 litre de la solution, pesé dans l'air avec des poids de laiton, sous la pression $0^{m},760$ et à la température de $12^{o},5$, le tout conformément aux définitions de Baumé, pèse $1110^{gr},57$.

» Ce nombre et celui qui représente le poids du litre d'eau à la même température déterminent la valeur des degrés de l'aréomètre. Nous en avons donné la table.

» II. *Construction et vérification des vases de* 1 *litre*. — Pour obtenir un vase de 1 litre à la température de 12°, 5, il faut y introduire un poids d'eau distillée égal à 998gr,404; la pesée étant faite dans l'air à 12°, 5, à la pression normale, avec des poids de laiton : c'est le poids apparent de 1 litre d'eau à 12°, 5.

A 15° le poids apparent de 1 litre d'eau est........... 998gr,084.
A 4° le poids apparent de 1 litre d'eau est............ 998gr,876.

» On voit que les vases de 1 litre construits à 15 degrés, d'après la convention qu'un tel vase doit renfermer 1000 grammes d'eau, pesés dans l'air, tels que ceux que livre souvent l'industrie des constructeurs, sont trop grands de *deux millièmes* environ. »

THERMOCHIMIE. — *Sur quelques valeurs et problèmes calorimétriques;* par M. **Berthelot.**

« 1. Dans un Mémoire imprimé dans le *Compte rendu* de la dernière séance, MM. Favre et Valson, après avoir reconnu, dans des termes dont je les remercie, la concordance de leurs expériences calorimétriques et densimétriques sur les acides forts et les acides faibles avec mes propres résultats calorimétriques, exposent divers chiffres destinés à mettre cette concordance en évidence. Ils ne signalent d'écart que pour une seule réaction, celle du borate de soude dissous sur le sulfate d'ammoniaque dissous. J'avais trouvé que cette réaction donne lieu à une double décomposition qui se traduit par une absorption de — 2,25. MM. Favre et Valson ont trouvé seulement — 1,16. Quoiqu'une seule discordance sur des expériences si nombreuses n'ait rien de surprenant, j'ai cru cependant devoir en rechercher l'origine.

» Le résultat que j'ai obtenu l'a été par une méthode directe, c'est-à-dire en mêlant les deux dissolutions; au contraire, le nombre de MM. Favre et Valson, relatif à la réaction du borate de soude sur le sulfate d'ammoniaque a été obtenu d'une manière indirecte : il résulte de la différence entre les chaleurs de dissolution du borate de soude dans l'eau pure d'une part (— 11,04), et dans l'eau chargée de sulfate d'ammoniaque (— 12,20), valeurs qui comportent chacune des erreurs inévitables. Je pense, en outre, qu'une portion de l'écart doit être attribuée à l'inégale dilution du borate d'ammoniaque formé dans nos expériences respectives, ce sel

absorbant beaucoup de chaleur dans sa dilution, attendu que l'eau le sépare en partie en acide et base libres, d'après mes expériences.

» Il m'a paru utile de répéter mes expériences. J'ai trouvé cette semaine, en opérant à 10 degrés,

$$BO^3Na(1^{éq} = 6^{lit}) + SO^4Am(1^{éq} = 4^{lit}) \ldots\ldots \quad -1,72.$$

Les anciens essais, faits il y a deux ans, avaient été exécutés à 22 degrés; ils avaient fourni $-2,25$, comme je l'ai dit plus haut.

» L'écart entre ces nombres ne surpasse pas les effets attribuables à l'inégalité des températures, laquelle tend à accroître la décomposition partielle du borate d'ammoniaque, et par conséquent l'absorption de chaleur corrélative de cette décomposition.

» En tenant compte du couple inverse

$$BO^3Am + SO^4Na \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad -0,5,$$

on trouve que l'écart entre la chaleur dégagée par les deux acides s'unissant à l'ammoniaque l'emporte de 1,2 sur l'écart analogue relatif à la soude :

$$K_1 - K = -0,5 + 1,7 = 1,2 = (N - N_1) - (N' - N'_1).$$

Les expériences directes sur les chaleurs de neutralisation ont donné

$$(11,6 - 8,9) - (15,8 - 14,5) = 2,7 - 1,3 = 1,4,$$

nombre qui concorde suffisamment avec le précédent, en tenant compte de ce fait que la comparaison porte sur six données numériques, exactes chacune à $\pm 0,1$ près (attendu le degré de concentration employé), et déterminées à des températures qui ne sont pas identiques.

» MM. Favre et Valson ont trouvé $+1,5$ pour cette même différence, ce qui concorde encore avec les valeurs précédentes.

» 2. Je me suis demandé si la formation progressive des borates n'y jouerait pas quelque rôle; en d'autres termes, l'union de l'acide borique avec les alcalis dégage-t-elle immédiatement la totalité de la chaleur dont elle est susceptible? ou bien la combinaison se poursuit-elle lentement jusqu'à un terme plus avancé, comme il arrive pour les éthers, par exemple?

» Afin de m'en assurer, j'ai déterminé cette quantité de chaleur par la méthode des doubles décompositions réciproques, en opérant sur des solutions étendues de borate de soude conservées depuis deux ans. J'ai trouvé

$$BO^3Na(1^{éq} = 6^{lit}) + HCl(1^{éq} = 4^{lit}) \ldots\ldots\ldots \quad +2,13$$
$$BO^6(1^{éq} = 4^{lit}) + NaCl(1^{éq} = 6^{lit}) \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +0,08$$
$$K_1 - K = 2,13 - 0,08 = +2,05 = N - N_1.$$

» Les expériences directes faites avec la soude et les acides borique et chlorhydrique, pour ce degré de concentration, avaient donné d'autre part

$$N - N_1 = 13,7 - 11,6 = + 2,1.$$

Il résulte de ces chiffres que la saturation de la soude par l'acide borique atteint la limite de ses effets immédiatement, comme par les autres acides.

» 3. Les changements successifs dans la constitution des corps sont bien plus marqués dans l'étude des précipités, où le thermomètre fournit un moyen de recherche qu'il serait difficile de remplacer. J'en ai cité de nombreux exemples dans mes *Recherches sur les carbonates* (*Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 1109, 1162 et surtout 1215). En voici quelques autres.

» La précipitation de l'iodure d'argent, par double décomposition entre l'azotate d'argent et l'iodure de potassium, ne fournit pas tout d'abord la totalité de la chaleur dégagée pendant la formation du corps solide sous son état définitif. Les changements successifs dans l'état du précipité sont très-nettement manifestés par le thermomètre, quoiqu'ils se succèdent parfois si rapidement qu'on ne puisse guère en assigner de mesure. Dans une expérience récente, exécutée à 13 degrés, et où les phases du phénomène ont été mieux marquées que dans mes précédents essais,

$$KI(1^{éq} = 8^{lit}) + AzO^6 Ag(1^{éq} = 2^{lit}),$$

j'ai observé que la chaleur, dégagée pendant la première minute (intervalle de temps plus que suffisant pour établir l'équilibre de température entre la liqueur et le thermomètre convenablement agités), s'élevait seulement à $+23^{Cal},1$. Il a fallu trois à quatre minutes pour atteindre $+26^{Cal},4$, valeur concordant avec mes anciennes observations ($+26^{Cal},9$). Au delà de ce temps, le thermomètre cesse de rien indiquer avec certitude, soit que les variations d'état aient cessé, soit plutôt qu'elles continuent à s'effectuer avec trop de lenteur.

» L'ancienne notion de la *cohésion* reparaît ici avec des caractères plus précis. On voit, en même temps, que la formation thermique d'un corps solide ne saurait être représentée, en général, par des modules ou coefficients constants, toutes les fois qu'il ne s'agit pas d'un corps cristallisé, tels que les sels alcalins solubles, ou bien encore le picrate de potasse ou l'iodure de mercure. Cette remarque est fort importante dans la discussion des problèmes de mécanique chimique où interviennent des précipités. En effet il est probable que l'état correspondant aux premiers dégagements de chaleur est plus voisin que l'état définitif, de cet état initial que le corps inso-

luble possédait au moment où il a commencé à se précipiter : or cet état initial répond aux conditions déterminantes du début de la réaction. Ce ne serait donc pas la cohésion finale du corps solide qui produirait le commencement de la réaction; mais les accroissements successifs de la cohésion peuvent, au contraire, jouer un rôle prépondérant dans l'accomplissement des phénomènes, en s'opposant à la permanence de tout équilibre intermédiaire entre les composés produits tout d'abord.

» 4. Je saisis cette occasion pour rectifier un chiffre que j'ai publié récemment, relativement à la formation de l'iodure de mercure; par suite d'une méprise dans le calcul des données, exactes d'ailleurs, de mes essais, j'ai exprimé la réaction thermique :

$$HgCl\,(1^{\text{éq}} = 4^{\text{lit}}) + KI\,(1^{\text{éq}} = 4^{\text{lit}}) \quad \text{par la valeur} \quad +20{,}6.$$

C'est + 13,67 qu'il faut lire.

» Une nouvelle expérience toute récente m'a donné + 13,61; par suite, HI dissous + HgO (précipité) dégage + 23,0.

» Entre la formation du chlorure de mercure solide et celle de l'iodure solide, au moyen des hydracides dissous, l'écart est, dès lors, + 12,1; tandis qu'il est seulement de + 1,1 en faveur de l'iodure de potassium solide, comparé au chlorure, et qu'il s'élève à + 11,2 en faveur de l'iodure d'argent, valeur qui se réduirait au-dessous de 8,4, si on la rapportait aux premiers moments de la précipitation. La formation de l'iodure de mercure cristallisé l'emporte donc au point de vue thermique sur celle de tous les autres iodures connus, comme je l'avais annoncé.

» 5. La formation plus ou moins rapide des hydrates salins intervient également dans les variations de la chaleur produite par les corps insolubles; par exemple la chaleur, dégagée dans la réaction de l'acide oxalique étendu sur l'hydrate de chaux délayé dans l'eau, a varié de près de $2^{c},0$ dans mes expériences. Cette variation est due à la formation des oxalates de chaux diversement hydratés, qui ont été signalés par les analystes et les micrographes, et dont la composition varie suivant des conditions très-légères de concentration, de température ou de présence des corps étrangers. Les variations, observées récemment par M. Favre, dans la chaleur de formation du sulfate de baryte, pourraient bien être dues à la production de quelque hydrate analogue.

» 6. Il n'est pas jusqu'à la formation des hydrates salins solubles dans les dissolutions qui ne doive offrir parfois des circonstances analogues, la constitution d'un sel récemment dissous n'étant pas nécessairement la même

que celle qu'il acquiert au bout d'un certain temps. Les expériences de M. Marignac sur le sulfate de chaux sont conformes à cette manière de voir. Je citerai ici diverses observations relatives à l'acétate de soude anhydre, bien que leur interprétation me semble un peu différente.

» M. Reischauer (1) a fait la remarque que l'acétate de soude fondu entre en déliquescence au contact de l'air humide et attire jusqu'à 14 équivalents d'eau, en constituant une liqueur sursaturée; celle-ci cristallise subitement en abandonnant l'acétate hydraté : $C^4H^3NaO^4 + 6HO$; elle perd ensuite par évaporation spontanée les 8 équivalents d'eau excédants qu'elle avait d'abord absorbés. L'acétate hydraté, au contraire, perd la totalité de son eau dans le vide à la température ordinaire. Mais le sel anhydre ainsi obtenu se comporterait autrement que le sel fondu, d'après l'auteur; car il se bornerait à reprendre dans l'air humide les 6 équivalents d'eau perdus sans se liquéfier : ce serait donc là un cas d'isomérie.

» Il m'a paru intéressant de le soumettre au contrôle des épreuves thermiques. J'ai préparé d'abord l'acétate de soude anhydre, en le desséchant dans le vide froid. Ce corps, dissous dans 50 parties d'eau à 7 degrés, a dégagé pour $C^4H^3NaO^4$ . . . . $+4^{Cal},08$

» La solution additionnée d'acide chlorhydrique étendu ($1^{éq} = 2^{lit}$) a dégagé. . . . . $+0,85$

» D'autre part, l'acétate de soude fondu, au bout d'une heure de préparation, a été dissous à la même température dans le même poids d'eau. J'ai trouvé. . . . . $+4,23$

» L'addition de l'acide chlorhydrique a dégagé. . . . . . . $+0,85$

» De même l'acétate de potasse, déshydraté dans le vide, perd la totalité de son eau. Ce corps, dissous dans l'eau, a dégagé pour $C^4H^3KO^4$. $+3,27$; le même acétate fondu a dégagé. . . . . $+3,21$

» Je conclus de ces expériences que les acétates alcalins anhydres sont identiques, quelles que soient les conditions préalables de la déshydratation. J'ajouterai enfin que la dissolution récente de l'acétate de soude hydraté, $C^4H^3NaO^4 + 6HO$, étendue au même degré que les précédentes, et additionnée d'acide chlorhydrique a dégagé . . . . $+0,85$ valeur identique aux précédentes. Comme elle répond à un déplacement complet, ou à peu près, de l'acide acétique par l'acide chlorhydrique, avec formation d'un corps identique dans les deux cas : le chlorure de sodium, il en résulte que les dissolutions de l'acétate de soude anhydre

(1) *Annalen der Chemie und Pharmacie*, t. CXV, p. 116; 1860.

sont identiques avec les dissolutions de l'acétate hydraté. Il résulte encore de ces faits qu'il n'y a isomérie, ni entre les sels anhydres, ni entre les dissolutions des divers acétates de soude.

» Les expériences intéressantes de M. Reischauer s'expliquent, je crois, autrement. La déshydratation de l'acétate de soude dans le vide est assez lente, et il suffit de la moindre trace d'acétate hydraté, demeuré emprisonné dans la masse, pour expliquer l'impossibilité de former avec celle-ci une liqueur sursaturée. Il n'en reste pas moins probable que la solution sursaturée renferme principalement un acétate anhydre. Comme on passe de cette solution concentrée d'une manière continue et sans phénomènes thermiques bien particuliers aux solutions étendues, comme d'ailleurs l'addition d'une trace d'acétate de soude hydraté en cristaux à une solution sursaturée, mais étendue d'eau, jusqu'au degré où elle ne dépose rien par le contact des cristaux, ne donne lieu à aucun effet thermique spécial, il me paraît vraisemblable que les solutions étendues renferment encore le même acétate de soude anhydre, mélangé avec une certaine proportion (probablement croissante avec la quantité d'eau) d'acétate hydraté. Ce serait la production subite de cet hydrate solide, sous la forme cristallisée, dans toute la masse d'une solution concentrée, qui déterminerait le terme de la sursaturation, comme il arrive pour le sulfate de soude et tant d'autres sels.

» La formation des hydrates salins solides, dans ces circonstances, semble subite et aussi complète que le comportent les équilibres qui doivent se produire entre l'eau, les sels anhydres et les sels hydratés, dans la portion des dissolutions subsistantes après la séparation du sel cristallisé. Mais on conçoit qu'il ne doive pas en être toujours ainsi, et que certains hydrates puissent se former peu à peu. Cette formation lente des hydrates doit pouvoir se traduire par les variations de la chaleur de dissolution de certains sels, et l'on peut la contrôler à l'aide du thermomètre : par exemple, en mêlant les liqueurs avec un nouvel acide, capable de les ramener lentement ou subitement à un équilibre identique. J'ai rencontré des observations de ce genre, notamment en étudiant le formiate de chaux, le formiate de strontiane anhydre, etc.

» On s'explique par là pourquoi certaines sursaturations exigent un temps plus ou moins considérable pour cesser d'exister ; il doit en être ainsi lorsque la sursaturation ne peut cesser que par la formation lente d'un nouvel hydrate. Peut-être même l'existence et la disparition d'un grand nombre de sursaturations salines expriment-elles uniquement l'existence et le passage d'un certain état d'hydratation (ou de combinaison) définie à un autre état défini, qui répond à une moindre solubilité. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Suite des Observations des protubérances solaires, pendant les six dernières rotations de l'astre du 23 avril au 2 octobre 1873; conséquences concernant la théorie des taches.* Lettre du **P. Secchi** à M. le Secrétaire perpétuel.

« Rome, 17 octobre 1873.

» Bien que les observations n'aient plus cet attrait de nouveauté qu'elles offraient dans les premiers temps, elles me paraissent avoir toujours la même importance, et je crois qu'il y a un grand intérêt à les continuer. La série actuelle montre une décroissance continuelle dans le nombre de ces éruptions, pendant toute la période, le minimum tombant en août à la trente et unième rotation; c'est ce que montre bien la comparaison des tableaux de cette série et de ceux des précédentes. (Voir *Comptes rendus,* t. LXXVI, p. 1525). Ainsi, tandis que le nombre des éruptions était, dans les premières séries de 1871, en moyenne de 14 à 15 par jour, avec des maxima de 20 à 23, et des minima qui descendaient rarement à 10, les dernières rotations donnent une moyenne de 8 à 9, et les maxima ne dépassent pas 12; les minima sont ordinairement de 4 à 5, les observations étant faites par un ciel très-beau. Certains jours ont donné deux protubérances seulement; mais comme l'air n'était pas assez pur, il est possible que quelques-unes des protubérances, les plus faibles, n'aient pas été aperçues.

Tableau A. — *Rotations solaires et leurs époques.*

ROTATIONS 1873.	COMMENCEMENT.	FIN.	NOMBRE des protubérances.	NOMBRE des jours d'observat.	MOYENNE diurne.	MAXIMUM diurne.	MINIMUM diurne.
XXVII....	23 avril....	18 mai....	173	17	10,0	13	8
XXVIII....	19 mai.....	14 juin...	139	17	8,2	12	5
XXIX.....	15 juin....	12 juillet..	216	25	8,6	11	6
XXX......	13 juillet...	8 août...	229	27	8,4	11	3
XXXI.....	9 août....	4 sept....	104	18	5,8	9	2
XXXII....	6 septemb.	2 octobre.	191	23	8,3	12	5
			1052	127			

» En somme, il y a donc une grande diminution dans le nombre des protubérances, bien que les taches continuent à apparaître un peu moins nombreuses toutefois qu'à l'ordinaire. Dans les régions polaires, elles ont été très-rares; le maximum numérique se trouve entre 30 et 40 degrés N., et 20 et 30 degrés S. Ce que je dis du nombre est également vrai pour la hauteur, qui est considérablement réduite en moyenne. En examinant la

Tableau B. — *Résumé des observations des protubérances solaires du 23 avril au 2 octobre 1873.*

ROTATIONS.	HÉMISPHÈRE NORD.									HÉMISPHÈRE SUD.								
	90° à 80°	80° à 70°	70° à 60°	60° à 50°	50° à 40°	40° à 30°	30° à 20°	20° à 10°	10° à 0°	0° à 10°	10° à 20°	20° à 30°	30° à 40°	40° à 50°	50° à 60°	60° à 70°	70° à 80°	80° à 90°
Nombre des protubérances.																		
Rotat. XXVII....	"	"	9	7	10	20	17	9	15	13	18	24	13	12	8	4	"	1
» XXVIII...	"	"	"	8	7	15	9	10	18	13	18	11	11	8	7	3	1	"
» XXIX....	1	1	1	10	14	19	15	21	14	20	24	20	19	14	15	7	"	"
» XXX.....	"	"	5	10	10	16	27	21	16	18	26	20	30	8	10	8	3	1
» XXXI.....	"	"	1	6	3	10	11	9	13	11	12	11	12	5	1	"	"	"
» XXXII....	"	2	7	9	8	13	25	16	15	23	22	14	22	7	4	2	"	1
Totaux........	1	3	23	50	52	93	104	86	91	98	120	100	107	54	45	24	4	3
Protubérances de 64″ et au-dessus.																		
Rotat. XXVII....	"	"	"	1	1	2	1	2	3	6	1	6	1	"	"	"	"	"
» XXVIII...	"	"	"	"	"	5	1	1	4	2	2	2	1	"	1	"	"	"
» XXIX.....	"	"	"	"	2	2	1	5	4	1	5	3	"	"	"	"	"	"
» XXX	"	"	"	1	1	6	11	4	2	2	1	5	6	2	"	"	"	"
» XXXI.....	"	"	1	1	1	6	1	1	2	2	1	2	1	2	"	"	"	"
» XXXII....	"	"	"	2	2	5	6	4	5	2	4	3	4	2	"	"	"	"
Totaux........	"	"	1	5	7	26	21	17	20	15	14	21	13	6	1	"	"	"
Hauteur des protubérances. Unité de mesure = 8″.																		
Rotat. XXVII....	"	"	4,1	5,8	5,6	5,8	4,9	5,4	5,7	6,4	4,9	5,7	4,9	4,5	4,8	4,2	"	3,0
» XXVIII...	"	"	"	4,5	4,5	6,2	4,7	5,0	5,1	5,6	5,1	5,1	5,0	4,9	6,2	5,3	4,0	"
» XXIX....	3,0	6,0	5,0	4,8	5,8	4,9	5,3	6,3	5,5	5,1	5,7	5,6	4,7	4,4	4,3	4,5	"	"
» XXX.....	"	"	4,5	6,5	6,0	6,6	7,0	5,4	5,4	5,5	5,1	6,9	6,7	6,3	4,5	4,0	3,0	4,0
» XXXI.....	"	"	8,0	5,2	7,0	6,9	5,8	4,7	4,8	6,5	5,4	5,7	5,5	6,5	3,0	"	"	"
» XXXII....	"	4,5	6,1	5,8	5,5	6,8	6,3	5,5	5,8	5,9	5,8	5,5	5,8	6,3	3,5	4,0	"	4,0
Moyennes.....	3,0	5,2	5,5	4,1	5,7	5,9	5,7	5,4	5,4	5,8	5,3	5,7	5,4	5,5	4,4	4,3	3,5	2,7
Largeur moyenne. Unité = 16″.																		
Rotat. XXVII....	"	"	4,5	6,7	6,8	6,3	6,2	7,5	6,7	7,2	7,5	7,3	6,3	5,7	5,9	5,5	"	5,0
» XXVIII...	"	"	"	4,7	6,7	7,3	5,7	5,4	6,5	5,5	8,5	6,2	6,2	4,6	6,7	5,5	6,0	"
» XXIX.....	10,0	5,0	5,0	5,1	6,4	7,1	5,8	7,3	6,4	6,3	6,7	6,4	5,7	5,0	5,6	4,5	"	"
» XXX.....	"	"	4,8	5,8	6,7	7,5	7,9	6,8	6,2	6,7	6,7	6,9	7,1	5,1	4,5	6,3	8,8	4,0
» XXXI....	"	"	10,0	7,8	6,3	8,7	7,3	7,0	6,7	6,7	7,8	7,2	8,7	8,5	8,0	"	"	"
» XXXII....	"	7,0	6,7	6,4	5,9	7,3	8,5	7,5	7,9	6,2	6,2	6,5	6,7	7,1	8,0	4,0	"	4,0
Moyennes.....	10,0	6,0	5,2	6,1	6,5	7,4	6,9	7,9	6,7	6,4	7,4	6,8	6,8	6,0	6,4	5,5	7,4	4,3
Aire moyenne. Unité = 8″ × 16″.																		
Rotat. XXVII....	"	"	17	44	45	33	29	43	36	53	37	40	30	26	30	23	"	15
» XXVIII...	"	"	"	23	17	52	19	35	34	72	38	31	34	35	43	33	14	"
» XXIX.....	30	30	38	24	39	33	38	37	37	33	43	39	26	21	25	23	"	"
» XXX.....	"	16	21	36	41	47	46	38	43	41	33	50	45	37	19	33	27	16
» XXXI.....	"	"	80	38	27	72	46	35	36	49	48	35	42	85	24	"	"	"
» XXXII....	"	30	35	38	36	51	55	43	54	43	34	40	39	52	27	16	"	16
Totaux........	30	25	38	34	36	48	39	37	40	42	39	39	36	42	28	26	26	15
Facules. Étendue en degrés de circonférence.																		
Rotat. XXVII....	"	7,0	10,0	7,5	4,1	5,5	7,5	6,5	6,2	7,9	9,1	5,7	6,0	9,0	"	"	"	"
» XXVIII...	10,0	8,0	6,0	5,0	4,6	7,2	7,0	6,5	6,1	5,7	8,3	5,9	7,6	5,5	1,0	1,0	6,0	"
» XXIX.....	"	"	"	7,0	1,5	5,3	6,0	6,5	6,8	6,3	7,5	6,7	7,3	3,0	"	"	"	"
» XXX.....	0	"	"	"	5,0	5,3	5,8	6,7	5,4	6,1	6,9	5,4	3,5	7,0	1,0	"	"	"
» XXXI.....	"	"	"	"	"	5,0	4,3	8,1	5,3	6,1	8,2	7,1	4,6	"	"	"	6,0	1,0
» XXXII....	"	"	"	"	"	4,0	3,9	7,9	5,5	4,4	6,2	7,5	6,5	4,2	3,0	5,0	"	2,0
Moyennes.....	10,0	7,5	8,0	9,7	7,6	5,4	5,8	7,0	5,9	6,1	7,7	6,4	5,9	5,5	4,7	7,5	6,0	1,5

distribution des protubérances en longitude, on trouve des méridiens qui donnent nettement des minima, et d'autres des maxima. En examinant séparément le bord oriental et le bord occidental, on constate que les points extrêmes s'accordent très-souvent entre eux, en sorte qu'il paraît bien y avoir une distribution diamétrale; mais ces détails disparaissent dans les moyennes. J'avais déjà annoncé autrefois que les grandes protubérances affectent des positions diamétralement opposées : c'est aussi ce que M. de la Rue a également observé pour les taches.

» Les éruptions métalliques ont été peu nombreuses, et elles ont été surtout très-intermittentes. Quoique, après le travail du dessin, on eût l'attention de répéter deux fois l'examen des parties les plus importantes, il est arrivé que des observations accidentelles ont signalé des éruptions considérables. Une de ces éruptions restera mémorable : c'est celle du 18 septembre; elle a été observée et dessinée par M. Tacchini, alors présent à Rome. Le ciel était magnifique; on put observer à loisir la matière lancée en haut et retombant en pluie sur le Soleil, de manière à se convaincre de la netteté fournie par l'instrument. Cette éruption, que l'on put suivre pendant une heure, donna naissance le jour suivant à un groupe de taches.

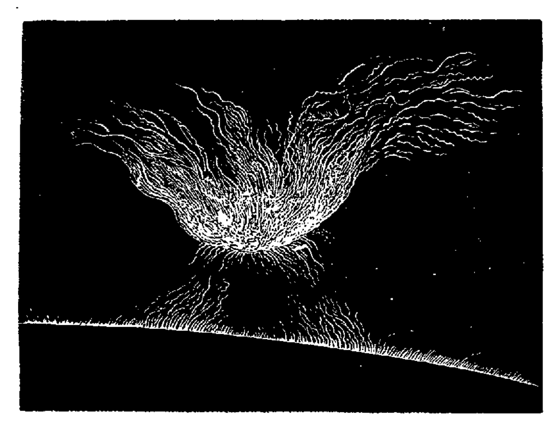
» Le petit nombre des éruptions et leur faiblesse nous ont fourni une occasion de nous persuader que les difficultés soulevées contre notre théorie des taches n'ont aucune importance.

» On a dit qu'on rencontre des éruptions sans taches. Cela est vrai; mais nous répondons : 1° Ces cas sont très-rares; 2° ils ne se présentent que dans les éruptions faibles et offrant une grande intermittence; il est donc naturel que, si les masses projetées ne sont pas assez denses pour pouvoir absorber convenablement les rayons de la couche inférieure, elles se dispersent au fur et à mesure qu'elles se produisent; 3° nous avons remarqué qu'il ne suffit pas, pour pressentir l'apparition d'une tache, d'avoir observé dans une éruption des raies métalliques quelconques; certains métaux ont une efficacité plus grande que certains autres. Ainsi les éruptions fortement chargées de sodium donnent des taches très-prononcées; le magnésium ne paraît pas aussi efficace; cela découle d'ailleurs de ce que nous connaissons sur l'élargissement, dans les taches, des raies appartenant à ces métaux. Cette remarque expliquerait pourquoi on a parfois de belles éruptions de magnésium sans taches très-sombres.

» Les cas de taches sans éruptions n'ont pas été rares, mais il y en a eu très-peu à l'orient. Au couchant, il y en a eu un certain nombre, mais de celles qui se manifestaient évidemment comme des cavités, et qui étaient

entrées dans une période visible de tranquillité avant d'arriver au bord. Comme les détails de toutes ces observations sont publiés dans le *Bullettino meteorologico* de notre Observatoire, je n'en reproduirai pas ici le résumé.

» Un savant s'est préoccupé de trouver la couche solide dans laquelle se formeraient les bouches de ces éruptions. Je dirai que cette recherche ne me paraît guère nécessaire. J'ai eu l'occasion d'observer souvent, mais surtout le 2 octobre, les formes que prennent nos cirrhus atmosphériques légers, et j'ai trouvé des formes parfaitement identiques à celles des protubérances, surtout à celles de ces gerbes d'hydrogène à éventail, qui ressemblent à des fleurs de giroflée détachées de leur calice; ce jour-là, une couche de cirrhus avait ses bords tout parsemés de ces figures; il n'y avait cependant sans doute pas là d'ouvertures de sortie. Nous avons déjà remarqué autrefois qu'on rencontre des masses isolées, suspendues et assez persistantes, qui produisent des gerbes semblables et certainement sans présenter d'ouverture. J'en ai observé un exemple frappant le 25 août 1872; j'en reproduis ici la figure. Pour expliquer ces formes, il n'est donc pas nécessaire d'admettre l'existence d'aucune croûte solide.



Protubérance observée le 25 août 1872, de $10^{h}45^{m}$ à $11^{h}14^{m}$ (hauteur 88").
(Le jour suivant, la grandeur était moindre; la forme était restée presque la même.)

» On a trouvé des difficultés pour expliquer pourquoi les éruptions se produisent sur tout le Soleil, tandis que les taches se manifestent seulement dans des zones très-bornées. Nous avons déjà remarqué que la difficulté est résolue par la considération de la nature des matériaux qui forment les éruptions. Les éruptions métalliques les plus vives ne se présentent que dans les zones les plus équatoriales; sur le reste du Soleil, on ne voit que des émissions d'hydrogène pur, parfois seulement avec des traces

très-rares de magnésium; il est donc facile de comprendre comment les taches n'apparaissent pas au delà de certaines régions.

» Reste sans doute à concevoir pourquoi les éruptions métalliques ont lieu exclusivement dans une région, de préférence aux autres; mais c'est là un problème qui sera résolu lorsqu'on connaîtra mieux les lois de la circulation solaire et les causes de ses périodes d'activité.

» Quant à la disposition systématique de la direction des protubérances, je trouve que, dans les dernières rotations, la loi n'est pas aussi tranchée que dans les précédentes. Ce qui paraît se conserver toujours, c'est, pour les latitudes élevées, la direction dominante vers les pôles, et, pour les basses latitudes, une tendance prononcée vers l'équateur, le changement de direction se trouvant à 40 degrés environ. La discussion de ces particularités m'entraînerait ici trop loin et demanderait trop de temps. J'ajouterai seulement que, sans pouvoir traduire ces variations par des nombres, on constate, dans ces périodes de calme, un système de directions certainement différent de celui qui caractérisait les périodes d'activité. S'il m'est permis de continuer mes études, j'espère, avec le temps, apporter quelque lumière dans l'examen de ces variations singulières.

» J'ai encore voulu vérifier si les anciennes observations satisfaisaient à la loi de Carrington, qui donne des rotations de durées différentes aux différents parallèles. J'ai discuté celles de Bianchi, publiées en 1820, et un certain nombre de celles de Lalande (*Mémoires de l'Académie;* 1776 et 1778). J'ai trouvé que, en tenant compte des latitudes héliographiques, on obtient des résultats très-concordants. Une telle discussion aurait un intérêt immense; il m'est impossible, quant à présent, de m'en occuper. »

PHYSIQUE. — *Recherches sur les effets thermiques qui accompagnent la compression des liquides;* par MM. **P.-A. Favre** et **Laurent**. (Extrait.)

« M. Favre avait déjà annoncé l'intention de s'occuper de ces recherches (*Comptes rendus*, t. LXXV, p. 330; 1872); aujourd'hui, et en collaboration avec M. Laurent, il décrit les dispositions d'un appareil qui a été construit pour cet objet. Cette description ne pourrait être bien suivie qu'à l'aide des figures qui accompagnent le Mémoire et dont la reproduction dans les *Comptes rendus* eût présenté quelques difficultés. En déposant leur Mémoire, les auteurs désirent prendre date; ils reviendront sur ce sujet lorsqu'ils pourront fournir les résultats complets des expériences commencées. »

M. DE MARIGNAC fait hommage à l'Académie d'un exemplaire d'un Mémoire qu'il vient de publier « Sur la solubilité du sulfate de chaux ».

M. le général DIDION fait hommage à l'Académie, par l'entremise de M. le général Morin, d'un exemplaire de son Mémoire « Sur le mouvement d'un segment sphérique sur un plan incliné », dont il a lu un extrait dans une séance précédente.

RAPPORTS.

HYDRODYNAMIQUE. — *Rapport sur un Mémoire de M.* Graeff, *sur l'application des courbes des débits à l'étude du régime des rivières et au calcul des effets produits par un système multiple de réservoirs.*

(Commissaires : MM. Phillips, Morin rapporteur.)

« Dans un avant-propos succinct, l'auteur rappelle d'abord l'usage que l'on peut faire des courbes expérimentales de débit, qui représentent la loi des variations d'un cours d'eau en fonction du temps, soit pour calculer les proportions d'un réservoir de retenue ou d'alimentation, soit pour apprécier l'effet que ce réservoir peut produire pour la défense d'une ville ou d'une contrée.

» Le nouveau travail présenté par M. Graeff se compose de deux parties distinctes : la première est relative aux questions qui concernent le régime des rivières et l'alimentation des canaux ; la seconde traite de l'action simultanée d'un système multiple de réservoirs sur le régime d'une rivière.

» On voit que, après avoir étudié les questions de détail, l'auteur termine ses recherches par la discussion des grandes questions d'ensemble.

» La méthode qu'il suit pour cette discussion est basée sur la représentation graphique des résultats des observations continues qu'il a fait recueillir depuis longues années, seule marche qui, dans l'état actuel de la science, permette d'arriver à des résultats suffisamment exacts pour la pratique de l'art de l'ingénieur.

» Dans l'article 2 de son Mémoire, l'auteur étudie la marche des crues et leur vitesse de propagation, en partant toujours de cette considération fondamentale que, pendant la période de croissance, le volume d'eau débité en amont étant supérieur à celui qui l'est en aval, et que, l'inverse ayant lieu pendant la période de décroissance, la différence est,

dans le premier cas, emmagasinée, et, dans le second, restituée par le lit et les rivages inondés.

» Il indique comment, ayant, par des observations suivies, déterminé dans deux postes consécutifs, entre lesquels il n'existe pas d'affluents importants, la durée de propagation d'un certain nombre de crues, et noté les instants correspondant au minimum et au maximum en chaque poste, on peut former une table des durées de propagation des crues observées du poste d'amont au poste d'aval, et en déduire, pour ce dernier, le débit qui aura lieu, à une heure donnée, par suite d'une crue d'amont annoncée.

» Les courbes, qui représentent la relation des hauteurs d'eau et des débits, permettraient ensuite de conclure de ces débits les hauteurs auxquelles s'élèverait au poste d'aval le niveau des eaux par suite de la crue d'amont, et de prendre les précautions dictées par la prudence.

» L'auteur a soin de faire remarquer qu'en indiquant cette marche il a fait d'abord abstraction des volumes d'eau que les versants du terrain pourraient ajouter aux crues.

» Mais il indique plus loin, comme nous allons le dire, la marche à suivre pour comparer les débits réels des cours d'eau au volume fourni par les versants, selon le degré de perméabilité du sol.

» On comprend de suite que l'ensemble des courbes de débit, en fonction du temps, relatives à tous les postes d'observation d'un cours d'eau, fournit la représentation de son régime, et permet d'en étudier toutes les circonstances.

» L'auteur indique comment il est facile de déduire des courbes de débit, par seconde, celles qui représenteraient le débit moyen par jour, par mois, par saison et par année, et le parti que l'on en peut tirer pour la solution des questions qui se rattachent au régime, à la réglementation et à l'emploi des eaux pour les canaux de navigation, d'irrigation et pour l'industrie.

» Nous croyons devoir faire remarquer, ainsi que nous l'avons déjà fait, que les Mémoires présentés par M. Graeff sur les importantes questions qu'il a traitées sont le fruit de longues et persévérantes observations continuées pendant plusieurs années, et que le relèvement, la représentation graphique des résultats, leur groupement par périodes mensuelles, trimestrielles ou annuelles exigent un travail considérable, qui pourrait être singulièrement abrégé par l'emploi d'appareils mécaniques qui les enregistreraient automatiquement et avec plus de régularité qu'on ne peut l'obtenir du personnel le plus dévoué. L'installation de semblables appareils, fût-

elle même un peu dispendieuse, conduirait finalement, selon toute probabilité, à une économie dans les dépenses, en même temps qu'elle fournirait des données plus certaines et d'une continuité complète.

» L'auteur montre ensuite comment, en combinant les observations sur le débit avec celles qui font connaître le volume d'eau de pluie tombé en chaque saison sur l'étendue des versants qui alimentent le cours d'eau, on peut déterminer le degré de perméabilité d'une région et le rapport plus ou moins régulier qui existe entre les volumes débités par un cours d'eau et les quantités tombées dans chaque saison.

» Il en donne des exemples pour des terrains granitiques, tels que ceux du bassin supérieur de la Loire, où les grandes pluies ont lieu en automne. Dans de semblables bassins, ce rapport est habituellement, pendant l'hiver, supérieur à l'unité, c'est-à-dire que les volumes débités sont plus considérables que les volumes d'eau tombée, par suite de l'emmagasinement intérieur dans les réservoirs des sources. La valeur moyenne annuelle de ce rapport, toujours à l'inverse inférieure à l'unité, paraît être pour les terrains granitiques, peu perméables, d'environ 0,60, et, pour les terrains siliceux du grès des Vosges, de 0,50. Elle doit s'abaisser considérablement pour des terrains encore plus perméables.

» Mais il n'est peut-être pas inutile de rappeler que, si par suite de la grande perméabilité du terrain en certains endroits le thalweg d'un assez vaste bassin peut, à la suite de grandes pluies, n'offrir d'abord qu'une très-faible augmentation de débit, il arrive quelquefois qu'à une certaine distance en aval l'effet de ces pluies détermine, au contraire, peu de temps après, une crue considérable et très-brusque. L'un de nous a eu, il y a déjà longues années, l'occasion d'appeler l'attention de l'Académie sur un fait de ce genre, qui se reproduit régulièrement, en temps de grandes pluies, sur un petit cours d'eau à Signy-l'Abbaye, près de Réthel.

» Dans le chapitre second de son Mémoire, l'auteur examine l'influence d'un système de réservoirs sur les crues d'une rivière.

» Il montre d'abord comment, étant données les courbes de débit, en fonction du temps, pour un poste établi sur la rivière en amont et à peu de distance du débouché d'un affluent, dont on connaît aussi la courbe analogue, on peut facilement et par une construction évidente d'elle-même obtenir la loi graphique du débit total de la rivière à un poste situé à l'aval près de ce confluent, lorsqu'il est permis de faire abstraction de l'emmagasinement dans l'intervalle des postes.

» Examinant ensuite l'influence d'un système de réservoirs placés sur

une même rivière, l'auteur montre d'abord que, abstraction faite de l'action des affluents et des emmagasinements partiels qui peuvent résulter de la forme du terrain, les courbes des débits obtenues à des postes successifs et résultant de l'effet d'un seul réservoir iraient en retardant les uns sur les autres et en s'aplatissant, indiquant ainsi une réduction de débit par unité de temps; mais il ajoute que cet effet serait de moins en moins sensible à mesure que la distance augmenterait.

» Lorsque plusieurs réservoirs sont établis sur un même cours d'eau, leur influence relative pour la réduction des débits en aval va en s'atténuant; elle est cependant encore sensible.

» Mais, quand les réservoirs sont répartis entre le cours d'eau principal et ses affluents, il peut en être tout autrement, parce qu'il arrive le plus souvent que le maximum de débit de l'affluent précède celui de la rivière : c'est ce que l'auteur met en évidence.

» A l'aide des méthodes graphiques qu'il a indiquées, M. Graeff donne la marche à suivre pour la transformation successive des courbes de débit, en tenant compte de la variation de la vitesse de translation, et il établit ainsi la transformée définitive de ces courbes pour un cours d'eau sur lequel il existe un système multiple de réservoirs. Mais il ne se dissimule pas que les résultats de ces opérations présentent d'autant moins de probabilité d'exactitude que le nombre des retenues et surtout celui des affluents deviennent plus considérables.

» La conclusion générale de cet important travail est empreinte de cette prudence que de longues observations inspirent aux ingénieurs expérimentés. Elle peut se résumer ainsi qu'il suit :

» L'effet d'un réservoir unique sur une région prochaine en aval est certain et peut être calculé avec un degré suffisant d'exactitude.

» Celui de plusieurs réservoirs, établis sur un même cours d'eau, est encore certain, quoique plus difficile à apprécier avec précision.

» Enfin, lorsqu'il existe à la fois des réservoirs sur le cours d'eau principal et sur des affluents, les incertitudes augmentent tellement, que ce système ne serait admissible que dans des cas tout à fait spéciaux.

» Aussi l'auteur est-il sagement d'avis, avec les ingénieurs les plus habiles, que le système multiple des réservoirs disséminés sur tous les affluents des grands fleuves ne peut être conseillé par la prudence.

» L'Académie peut juger, par les détails dans lesquels il nous a paru nécessaire d'entrer, sur ce troisième Mémoire de M. Graeff, que ce travail n'est pas moins digne d'estime que les précédents, et nous lui proposons d'en ordonner, comme elle l'a fait pour les deux premiers, l'insertion dans

le *Recueil des Mémoires des Savants étrangers,* en réservant les droits de l'auteur pour le Concours au prix Dalmont, sur lequel une Commission spéciale est appelée à se prononcer. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

MÉMOIRES LUS.

TÉRATOLOGIE. — *Mémoire sur la tératogénie expérimentale;* par M. C. **Dareste**. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section d'Anatomie et Zoologie.)

« Je résume, dans ce Mémoire, les résultats des recherches que je poursuis, depuis vingt ans, sur la formation des monstres.

» Antérieurement à ces recherches, on ne connaissait les monstres que dans leur état définitif, tel qu'on peut l'observer après la naissance ou l'éclosion, et l'on ignorait complétement les phases successives qu'ils traversent pendant leur évolution. La tératologie se bornait donc à la description et à la classification des types monstrueux; et, quand elle cherchait à se rendre compte de leur origine et de leur mode de formation, elle ne pouvait faire intervenir que des données purement conjecturales. Sans doute Ét. Geoffroy Saint-Hilaire a souvent deviné juste, en essayant de déduire, de la connaissance de l'état définitif des monstres, celle de leur état primitif; mais la divination ne peut remplacer la science; car, même lorsqu'elle ne s'égare point, elle a toujours besoin d'être vérifiée par la constatation des faits.

» On ne pouvait donc connaître le mode de formation des monstres qu'en les étudiant aux diverses époques de leur évolution. Geoffroy Saint-Hilaire avait signalé la possibilité de la production artificielle des monstres. Je suis parvenu, en reprenant ses mémorables expériences, à créer les objets de mes recherches, et j'ai pu ainsi soumettre à l'observation directe l'évolution de la plupart des types de la monstruosité simple.

» Je dois signaler tout d'abord ce premier résultat, car il démontre de la façon la plus nette la possibilité de modifier, par l'action de causes extérieures, un organisme en voie de développement. Quand on soumet des œufs à l'incubation dans des conditions un peu différentes de celles qui régissent l'incubation normale, ce qu'il est facile d'obtenir à l'aide de l'incubation artificielle, on trouble l'évolution et l'on obtient des anomalies et souvent des monstruosités. J'ai employé, dans ce but, quatre procédés : la position verticale des œufs, la diminution de la porosité de la

coquille par des enduits plus ou moins imperméables à l'air, le contact de l'œuf avec une source de chaleur dans un point voisin de la cicatricule, mais ne coïncidant pas avec elle, enfin l'emploi de températures un peu supérieures ou un peu inférieures à celle de l'incubation normale. A l'aide des deux premiers procédés, l'évolution est souvent modifiée; elle l'est toujours à l'aide des deux derniers.

» Ces changements dans les conditions normales de l'incubation produisent deux sortes d'effets. Dans certains cas, l'effet est direct et peut être prévu d'avance. Ainsi l'échauffement de l'œuf en un point voisin de la cicatricule détermine un résultat toujours le même : le plus grand développement du blastoderme et de l'aire vasculaire entre l'embryon et la source de chaleur. Le blastoderme et l'aire vasculaire, au lieu de se développer également dans tous les sens et de prendre ainsi la forme normale d'un cercle, se développent alors inégalement en prenant la forme anomale d'une ellipse dont l'embryon occupe l'un des foyers. Il est très-probable que cette déformation du blastoderme et de l'aire vasculaire n'est point la seule anomalie que l'on peut produire à volonté; j'ai lieu de croire que l'on peut provoquer le nanisme et l'inversion des viscères par certains modes d'application de la chaleur; mais je n'ai pas, jusqu'à présent, acquis sur ce point une conviction complète.

» Le plus souvent l'effet de la variation ne peut être prévu. Ainsi, d'une part, la même cause modificatrice produit les monstruosités les plus diverses; d'autre part, les causes les plus diverses produisent les mêmes monstruosités. Évidemment tout ce que l'on obtient alors en modifiant les conditions physiques de l'incubation, c'est un trouble de l'évolution d'où résultent les effets les plus variés. On ne peut expliquer ces faits qu'en admettant que, dans la même espèce, les germes ne sont pas plus identiques entre eux que les individus adultes.

» J'ai produit ainsi dans mes appareils presque tous les types de la monstruosité simple, et j'ai suivi leur évolution.

» Je signale d'abord comme un résultat très-général ce fait que les monstruosités ont toujours leur origine dans cette période de la vie embryonnaire où l'embryon est entièrement constitué par des blastèmes homogènes. Les organes monstrueux apparaissent d'emblée avec tous leurs caractères tératologiques dans des blastèmes déjà modifiés à l'avance. C'est surtout, par suite de l'ignorance de ces faits, que les explications tératogéniques d'Ét. Geoffroy Saint-Hilaire ne sont que partiellement vraies et ont donné prise à de nombreuses objections.

» L'arrêt de développement est le procédé général de la formation des monstruosités simples. Il agit d'abord directement sur certains organes; puis la modification de ces organes entraîne consécutivement un certain nombre de modifications dans d'autres organes, modifications qui sont caractérisées par des arrêts de développement, par la fusion des parties similaires, par des changements de position, etc.

» L'arrêt de développement, au début de l'évolution, atteint l'embryon lui-même. C'est là ce qui produit les monstres appelés inexactement *omphalosites*. Ces monstres, les plus imparfaits de tous, n'ont qu'une existence éphémère, et périssent de très-bonne heure quand ils ne se sont pas développés sur un même vitellus, conjointement avec un embryon bien conformé dont le cœur sert de moteur pour la circulation de l'embryon mal conformé, presque toujours privé de cet organe.

» La formation des monstres simples autosites a pour point de départ un arrêt de développement, partiel ou total, de l'amnios, ou un arrêt de développement de l'aire vasculaire.

» L'arrêt de développement du capuchon céphalique de l'amnios détermine la cyclopie, la duplicité du cœur, et certaines monstruosités caractérisées par divers déplacements de la tête, et qu'Is. Geoffroy Saint-Hilaire n'a pas connues.

» L'arrêt de développement du capuchon caudal de l'amnios détermine la symélie.

» L'arrêt de développement de la totalité de l'amnios détermine des monstruosités très-diverses, qui tantôt se produisent isolément et tantôt sont associées en plus ou moins grand nombre. Ce sont les célosomies ou éventrations, les exencéphalies ou hernies cérébrales, les ectromélies, ainsi que diverses incurvations de la colonne vertébrale et diverses déviations des membres.

» L'arrêt de développement de l'aire vasculaire détermine l'anencéphalie.

» Les monstres simples autosites périssent le plus ordinairement longtemps avant l'éclosion. Les causes de leur mort prématurée sont l'anémie et l'asphyxie, qui sont elles-mêmes la conséquence nécessaire d'arrêts de développement. L'anémie est produite par un arrêt de développement de l'aire vasculaire qui s'oppose à la pénétration des globules dans le sang. L'asphyxie est produite par un arrêt de développement de l'allantoïde, produit lui-même par un arrêt de développement de l'amnios.

» L'inversion des viscères, qui n'est pas, à proprement parler, une

véritable monstruosité, a pour point de départ l'inégalité des deux blastèmes qui, ainsi que je l'ai découvert, s'unissent, à un certain moment, pour former le cœur.

» Je n'ai jamais produit de monstres doubles; mais j'ai eu plusieurs fois l'occasion d'en observer en voie de formation.

» Les monstres doubles, chez les Oiseaux, ne proviennent jamais, comme on l'a cru longtemps, de la soudure de deux vitellus primitivement distincts, pas même de la soudure de deux embryons provenant de deux cicatricules existant sur un vitellus unique. Il faut, pour la production d'un monstre double, l'existence de deux embryons développés sur une cicatricule unique et enveloppés d'un même amnios. Dans ce cas seulement, les deux embryons se soudent souvent, mais non toujours, en obéissant à la loi de l'union des parties similaires qui régit leur organisation définitive.

» La soudure est généralement très-précoce (monstres par union latérale); un peu plus tardive chez les monstres doubles par union antérieure ou à double poitrine; plus tardive encore chez certains monstres à double ombilic (*métopages* et *céphalopages*).

» L'union des sujets composant les monstres doubles à union antérieure résulte de l'union des lames ventrales au moment où elles se reploient pour former la cavité thoraco-abdominale.

» L'existence de deux cœurs dans les monstres à double poitrine tient à deux causes différentes. Lorsque les têtes sont distinctes, chaque cœur appartient en propre à chaque embryon. C'est alors, ainsi que Serres l'a fait remarquer, mais alors seulement, que la loi d'union des parties similaires entraîne nécessairement l'inversion d'un des sujets. Au contraire, lorsque les têtes sont unies entre elles, j'ai constaté que les deux cœurs appartiennent par moitié à chacun des embryons, chaque blastème cardiaque de l'un des sujets allant s'unir avec le blastème cardiaque correspondant de l'autre sujet.

» En tenant compte de ces faits que j'ai constatés directement et en les combinant avec ceux que j'ai découverts au sujet du mode de formation des monstruosités simples, on explique avec la plus grande facilité la formation de presque tous les types de la monstruosité double.

» Bien que mes recherches tératogéniques aient été bornées à une seule espèce, elles ont cependant une portée beaucoup plus grande qu'on ne le croirait d'abord. En effet, les types tératologiques, en voie de formation, que j'ai étudiés, chez les Oiseaux, sont exactement les mêmes que

ceux que l'on observe chez les Mammifères et aussi chez les Poissons, classe où ils sont beaucoup moins diversifiés, par suite de l'absence de l'amnios. Cette identité des types tératologiques pour les Mammifères, les Oiseaux et les Poissons est une conséquence nécessaire de l'unité du type des animaux qui appartiennent à l'embranchement des Vertébrés.

» La tératogénie des Oiseaux, telle qu'elle résulte de mes recherches, donne donc, d'une manière à peu près complète, la tératogénie de tous les animaux Vertébrés. »

GÉOGRAPHIE. — *Carte du globe en projection gnomonique, avec le réseau pentagonal superposé, accompagnée d'une Notice explicative ;* par M. **B. de Chancourtois**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Elie de Beaumont, Faye, Ch. Sainte-Claire Deville, Pâris.)

« L'exécution de la Carte que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie a été déterminée par l'étude géologique, concernant les faits d'alignement, que j'ai présentée en 1863, et dont cette carte gnomonique va me permettre de figurer les résultats d'une manière très-convaincante, puisque tous les grands cercles y sont représentés par des droites; mais elle a été aussi entreprise dans le but d'appuyer, par la production d'un spécimen, le programme d'un système général de cartes géographiques préparé antérieurement.

» Je désire hâter, autant que possible, la publication de ce programme, pensant que sa discussion serait particulièrement opportune dans un moment où l'on sent le besoin de raviver en France les travaux de Géographie, et souhaitant que l'agitation produite à cet égard puisse être dirigée conformément aux tendances méthodiques manifestées dans l'institution du système métrique décimal.

» Toutefois je crois devoir faire de la carte exécutée l'objet d'un exposé distinct, dont la publication préalable rendra plus net l'exposé de mon programme, et c'est ce dont je m'occuperai aujourd'hui.

» Je désire d'abord appeler l'attention sur les mérites des collaborateurs qui ont bien voulu se charger de dresser cette carte sous ma direction.

» Les calculs trigonométriques nécessaires pour établir le canevas gnomonique ont été faits par M. J. Thoulet, qui avait adressé à l'Académie, le 15 février 1869, une Note sur les calculs à l'aide desquels avait été construite la grande carte du pentagone européen présentée par M. Foucou,

et qui avait publié, à la même occasion, dans le *Bulletin de la Société de Géographie* de janvier 1868, une Note sur les projections gnomoniques.

» Le dessin est dû au talent de M. E. Picard qui, joignant à une intelligence parfaite des conditions géométriques, les connaissances géographiques aussi sérieuses qu'étendues dont il avait déjà fait preuve en dessinant le beau globe au $\frac{1}{40000000}$, édité en 1865 par M. Andriveau Goujon, a donné, je crois, au travail que je lui demandais le degré d'exactitude et de fini que comporte la petitesse de l'échelle.

» J'indiquerai maintenant, en les motivant, les conditions d'établissement telles que je les ai réglées.

» La Carte est dressée en *projection gnomonique* sur les huit faces triangulaires d'un *octaèdre régulier* circonscrit à la sphère.

» Un des axes de l'octaèdre a été mis en coïncidence avec l'axe des pôles, et chacun des triangles de la Carte correspond à un des triangles trirectangles formés par l'*équateur*, le *méridien* 0°-180° et le *méridien* 90°-90°, de manière que l'on n'a pas à compter des longitudes à l'ouest et à l'est dans un même triangle.

» Afin de concilier cette condition avec celle de conserver dans chaque feuille des ensembles naturels de régions continentales, je suis revenu au *méridien de l'île de Fer*, que j'ai pris à 20 degrés juste de celui de Paris, suivant l'usage de l'Office géographique de Justus Perthes à Gotha.

» Avec ce méridien, qui laisse à l'est à peu près tout l'ancien monde, la distribution des régions dans les huit triangles I B, II B, III B, IV B, III A, IV A, I A, II A a lieu d'une manière assez satisfaisante, comme on le voit du premier coup d'œil sur la carte.

» Le globe auquel l'octaèdre est circonscrit a un rayon de $0^m,0637$. Le coefficient de réduction de la carte est donc le $\frac{1}{100000000}$ au point de contact de chacun des triangles qui est situé par 35° 15′ 52″ (ou par $39^G\,18'\,27'',1$) de latitude; mais il diminue nécessairement à mesure qu'on s'éloigne de ce point.

» Pour donner l'*échelle variable* des différentes parties de la carte, il suffi de figurer les méridiens par des lignes ponctuées où les points sont espacés d'un degré qui vaut $111111^m,111$.

» Les méridiens ne sont tracés que de 10 en 10 degrés de longitude; mais, comme tous les méridiens sont rectilignes, il est facile de construire les intermédiaires au moyen des points qui marquent le tracé des parallèles de 10 en 10 degrés de latitude, et qui sont également espacés d'un degré.

» Outre les méridiens et les parallèles de 10 en 10 degrés, on a marqué

aussi les méridiens et les parallèles à 45 degrés, ainsi que les tropiques et les cercles polaires.

» Les quatre planches d'épures qui accompagnent les huit triangles de l'octaèdre donnent : *a* le profil de la construction graphique du canevas; *b* le rabattement de la même construction; *c* le canevas d'un triangle dans le système de géodésie duodécimal; *d* le canevas d'un triangle dans le système de géodésie décimal.

» La carte gravée sera accompagnée de ce dernier canevas, tiré en rouge sur papier dioptrique, pour que l'on puisse, par la simple superposition, traduire approximativement les coordonnées duodécimales en coordonnées décimales.

» Ne voulant pas, en vue des applications immédiates, rompre prématurément avec les conditions dans lesquelles sont dressées presque toutes les cartes et s'exécutent par suite les calculs trigonométriques concernant les questions de Géographie, j'ai tenu au moins à amorcer ainsi le passage de l'ancienne graduation à la nouvelle.

» Il importe de figurer le réseau pentagonal sur une carte du globe destinée spécialement à l'étude des faits d'alignement, et, dès que les feuilles seront gravées, je ferai tracer les cercles principaux sur un report; mais, en attendant, pour pouvoir faire des études repérées sans endommager le dessin minute, j'ai fait construire la figure du réseau sur des feuilles de papier dioptrique superposables aux planches.

» A cet effet, les positions des points principaux *D*, *H*, *I*, *F* ont été marqués sur le dessin géographique, d'après le *tableau des données numériques* de M. Élie de Beaumont.

» Le tracé du réseau effectué au moyen de ces points, reportés sur le papier dioptrique, comprend seulement les trois premières catégories de cercles, savoir : les primitifs (noir), les octaédriques (rouge), les dodécaédriques réguliers (bleu), sur la figure desquels on ajoute facilement les tracés également rectilignes des dodécaédriques rhomboïdaux, des bissecteurs conjugués aux octaédriques et aux dodécaédriques, des hémi-hexatétraédriques, des trapézoédriques, des diamétraux, des diagonaux et successivement des autres cercles auxiliaires.

» Les cercles principaux figurés sont prolongés dans toute l'étendue de chaque planche, de manière à fournir par leurs intersections des points de repère pour la prolongation d'un cercle, du triangle où il est d'abord tracé, dans le triangle adjacent construit sur une autre feuille.

» Les rapports et les raccordements des figures tracées sur les diverses

planches sont indiqués par le coloriage de cinq des triangles qui composent un pentagone. Ce mode de coloriage est imité du globe sur lequel a été publié le premier tracé du réseau pentagonal, mais les couleurs sont choisies et distribuées d'une manière méthodique. Chacune des six couleurs principales du spectre est appliquée à deux pentagones diamétralement opposés.

» Le dessin géographique a été poussé en dehors de chaque triangle à 5 degrés en longitude et en latitude pour faciliter les études relatives aux régions voisines d'une arête de l'octaèdre.

» Mais un système quelconque de *Carte du globe* en *projection gnomonique* comporte nécessairement deux séries de feuilles pour ainsi dire *imbriquées*, de manière que l'une remédie aux discontinuités de l'autre; la seconde série conjuguée à la série octaédrique est celle des six feuilles exécutées sur les faces du cube circonscrit conjugué à l'octaèdre, c'est-à-dire faisant correspondre les parties moyennes des dernières aux parties extrêmes des premières et réciproquement.

» Les six feuilles carrées de la projection gnomonique sur les faces du cube circonscrit, dont l'exécution va suivre, seront accompagnées de six planches d'épures donnant : *e* la construction graphique du canevas géodésique sur les deux faces tangentes aux pôles ; *f* la construction graphique du canevas géodésique sur les quatre faces tangentes à l'équateur; *g* et *h* les canevas de ces deux genres de faces dans le système duodécimal; *k* et *l* les canevas correspondants dans le système décimal.

» Je m'occupe en ce moment, dans la mesure de mes ressources particulières, de la construction de cette seconde série de feuilles et de planches, que j'espère terminer avec le concours des mêmes collaborateurs.

» J'aurais peut-être quelque hésitation s'il survenait une discussion approfondie de la question du méridien international et des moyens de mettre en pratique la géodésie décimale, qui me ferait entrevoir la possibilité d'établir très-prochainement les deux *séries octaédrique* et *hexaédrique* dans les conditions où elles formeraient le point de départ d'un système géographique plus ou moins rapproché de celui dont je donnerai incessamment le programme.

» Je n'en poursuivrais sans doute pas moins l'exécution de la série hexaédrique conjuguée à la série octaédrique déjà faite; car l'ensemble, à raison même de son caractère transitoire, pourra rendre encore beaucoup de services à côté de l'instrument perfectionné, dont je souhaite d'ailleurs plus que je n'espère la prochaine construction, pour l'étude des faits d'alignement non-seulement en Géologie, mais aussi en Hydrologie et en Météorologie. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ASTRONOMIE. — *Observations relatives à une Communication de M.* Ed. Dubois, *sur l'influence de la réfraction atmosphérique, à l'instant d'un contact dans un passage de Vénus.* Lettre de M. **Oudemans** à M. Faye.

(Renvoi à la Commission du passage de Vénus.)

« Batavia, ce 24 septembre 1873.

» L'influence de la réfraction sur les éclipses et les occultations des étoiles a été l'objet d'une Note de M. Hansen, écrite en 1838 et publiée au numéro 347 des *Astronomische Nachrichten.*

» En lisant la Note de M. Dubois (*Comptes rendus*, 23 juin 1873, t. LXXVI, p. 1526), je conclus de suite que son résultat devait être trop grand. Il suppose la hauteur de l'atmosphère égale à 100000 mètres, soit : les étoiles filantes ont donné des hauteurs supérieures à cela. Mais il dit, page 1528 : « L'angle bOa est peu différent de la réfraction $a'Oa$, que » subit le point a'' »; voilà ce qui n'est point admissible.

» Alors même que le rayon de lumière décrirait un arc de cercle, depuis son entrée dans l'atmosphère terrestre jusqu'au moment qu'il atteint l'œil de l'observateur, l'angle bOa serait *la moitié* de la réfraction $a'Oa$; mais, comme le rayon de courbure de la courbe suivi par la lumière dans l'atmosphère décroît à mesure que la lumière s'approche de l'observateur, une figure montre de suite que la proportion doit être encore beaucoup moindre que la moitié.

» En prolongeant, dans la figure donnée par M. Dubois à la page 1528, le rayon terrestre CO et la ligne ab, et nommant x la hauteur de leur point d'intersection au-dessus de la surface de la Terre, M. Hansen a calculé la valeur de $\frac{x}{\rho}$ pour différentes distances zénithales. Selon que l'on veut considérer le cas où le point a une distance zénithale *apparente* ou *vraie* de 90 degrés, la valeur de $\frac{x}{a}$ est 0,0003531 ou 0,0002827, en employant la réfraction moyenne selon Bessel.

» Or, si l'on accepte pour la parallaxe moyenne du Soleil la valeur 8″,86, nous aurons, pour l'angle baO,

$$0.0003531 \times 8'',86 = 0'',0031,$$

ou bien

$$0.0002527 \times 8'',86 = 0'',0022,$$

tandis que M. Dubois a trouvé 0″,015.

» L'influence de la réfraction sur l'instant du contact n'a donc pour maximum qu'un cinquième de l'évaluation de M. Dubois, c'est-à-dire qu'en tout cas elle est moindre que $0^s,13$. »

CHIMIE. — *Sur une nouvelle matière sucrée volatile, extraite du caoutchouc de Madagascar.* Note de M. **Aimé Girard.**

(Commissaires : MM. Balard, Fremy, Wurtz, Jamin.)

« J'ai fait connaître précédemment (1) deux matières nouvelles, à saveur sucrée, cristallisables, volatiles toutes deux, dont j'ai démontré la préexistence dans le suc des lianes qui fournissent certains caoutchoucs du commerce.

» La première de ces deux matières, la dambonite, $C^8H^8O^6$, a été extraite par moi du caoutchouc du Gabon (*n'dambo*) ; la seconde, la bornésite, $C^{14}H^{14}O^{12}$, a été extraite de même du caoutchouc de Bornéo.

» C'est par leur composition et par les dédoublements qui en sont la conséquence que ces matières sont particulièrement remarquables. Toutes deux, en effet, traitées dans des conditions convenables par les hydracides, se dédoublent, d'une part, en éthers méthyliques correspondants, de l'autre, en matières sucrées cristallisables, non volatiles, et possédant la composition du glucose desséché.

» Les réactions suivantes rendent compte de ce dédoublement :

$$\underbrace{C^8H^8O^6}_{\text{Dambonite.}} + IH = C^2H^3I + \underbrace{C^6H^6O^6}_{\text{Dambose.}}$$

$$\underbrace{C^{14}H^{14}O^{12}}_{\text{Bornésite.}} + IH = C^2H^3I + \underbrace{C^{12}H^{12}O^{12}}_{\text{Bornéo-dambose.}}$$

et permettent de considérer la dambonite et la bornésite comme des composés de l'esprit de bois analogues aux éthers de cet alcool.

» Depuis la publication des résultats que je viens d'indiquer, j'ai poursuivi mes recherches dans le même sens, et je suis parvenu à extraire du caoutchouc de Madagascar une troisième matière sucrée appartenant à la même famille que les deux précédentes.

(1) *Comptes rendus*, t. LXVII, p. 820, et t. LXXIII, p. 426.

» Comme les caoutchoucs qui nous viennent du Gabon et de Bornéo, le caoutchouc de Madagascar est poreux et contient dans les cavités dont il est parsemé une portion de la séve qui lui a donné naissance.

» D'après les renseignements qu'a bien voulu me communiquer M. Alfred Grandidier, le caoutchouc de Madagascar provient, comme les caoutchoucs du Gabon et de Bornéo, de lianes qui, d'après ce savant, se rencontrent en abondance dans toute la bande étroite de forêts qui entoure l'île africaine. Ces lianes, coupées brutalement, laissent échapper un suc laiteux qui, coagulé au feu, en présence de sucs acides, donne naissance au caoutchouc que les indigènes désignent sous le nom de *mateza roritina*.

» MM. Aubert et Gérard, il y a quelques années, M. Guibal, plus récemment, ont bien voulu, à ma demande, faire passer, à sec, au cylindre une certaine quantité de ce caoutchouc, et c'est en soumettant à l'analyse immédiate le jus ainsi obtenu que j'ai pu en retirer la matière nouvelle, à laquelle je donnerai le nom de *matézite*.

» La matézite est blanche, cristallisable, très-soluble dans l'eau, moins soluble dans l'alcool, d'où on l'obtient sous la forme de mamelons crêtés, durs et croquant sous la dent. Chauffée, la matézite fond à 181 degrés, en une masse vitreuse, qui ne cristallise pas par le refroidissement; vers 200 ou 210 degrés, elle se sublime lentement, sans décomposition, si l'on opère avec les précautions nécessaires; mais la partie sublimée, au lieu d'affecter, comme cela a lieu pour la dambonite et la bornésite, la forme d'aiguilles, se présente en gouttelettes transparentes, qui bientôt se solidifient.

» La matézite correspond à la formule $C^{20}H^{20}O^{18}$, ainsi que l'indiquent les nombres suivants, fournis par son analyse :

			Calculé.
Carbone	41,9	42,3	42,3
Hydrogène	7,3	7,2	7,0
Oxygène	»	»	50,7
			100,0

» L'analogie de cette formule avec celles de la dambonite, $C^8H^8O^6$, et de la bornésite, $C^{14}H^{14}O^{12}$, est frappante; l'analogie se poursuit lorsqu'on soumet la matézite à l'action des hydracides.

» Chauffée à 110 degrés en vase clos, avec l'acide iodhydrique fumant, elle se dédouble en éther méthyliodhydrique et en une matière sucrée nouvelle que, par analogie, j'appellerai le *matézo-dambose*,

$$\underbrace{C^{20}H^{20}O^{18}}_{\text{Matézite.}} + HI = C^2H^3I + \underbrace{C^{18}H^{18}O^{18}}_{\text{Matézo-dambose.}}$$

» En présence des acides sulfurique, nitrique, etc., du réactif cupropotassique, des ferments, etc., la matézite se comporte de la même façon que la dambonite et la bornésite.

» Mais ce qui la distingue nettement des deux matières précédentes, c'est le pouvoir rotatoire considérable qu'elle possède. Ce pouvoir, en effet, rapporté à la lumière du sodium, n'est pas moindre que 79 degrés ↗.

» Le matézo-dambose diffère, de son côté, des produits correspondants fournis par la dambonite et la bornésite. Il est plus soluble qu'eux dans l'eau et dans l'alcool; comme eux il est sucré, aisément cristallisable, mais, et ceci permet de le caractériser, il possède un pouvoir rotatoire, alors que ceux-ci n'en possèdent aucun; ce pouvoir rotatoire = 6° ↗. Chauffé, le matézo-dambose fond à 235 degrés et se comporte d'ailleurs avec les réactifs exactement de la même façon que le dambose et le bornéo-dambose. Sa formule a été établie par les analyses suivantes :

			Calculé.
Carbone............	39,5	39,7	40,00
Hydrogène..........	6,8	6,8	6,65
Oxygène...........	»	»	53,25
			100,00

» En présence des analogies absolues que présentent, au point de vue chimique, les trois matières sucrées méthyliques que m'a fournies l'examen des caoutchoucs du Gabon, de Bornéo et de Madagascar, en présence également des différences que l'expérience m'indiquait dans leurs propriétés physiques, j'ai pensé qu'il y aurait intérêt à reprendre avec plus de soin que je n'avais pu le faire jusqu'alors l'étude de ces propriétés. J'ai pu ainsi reconnaître nettement la non-identité des trois damboses fournis par leur dédoublement, et j'ai pu constater entre leurs propriétés physiques des relations qui, jointes à leurs principales propriétés chimiques, autorisent à les considérer comme résultant de la condensation progressivement croissante d'une même molécule, $C^6H^6O^6$. Voici le résumé de mes observations à ce sujet :

	Point de fusion.	Pouvoir rotatoire.		Point de fusion.	Pouvoir rotatoire.
Dambonite, $C^8H^8O^6$.	205°	néant	Dambose, $C^6H^6O^6$........	212°	néant
Bornésite, $C^{14}H^{14}O^{12}$.	200°	32° ↗	Bornéo-dambose, $C^{12}H^{12}O^{12}$.	220°	néant
Matézite, $C^{20}H^{20}O^{18}$..	181°	79° ↗	Matézo-dambose, $C^{18}H^{18}O^{18}$.	235°	6° ↗

» En résumé, le nombre des composés méthyliques à saveur sucrée que je suis parvenu à retirer des sucs de certains caoutchoucs me paraît, dès

à présent, suffisant pour qu'on puisse faire de ces composés une classe nouvelle. Cependant le véritable rôle chimique de ces matières sucrées ne pourra être nettement établi que par l'étude approfondie des damboses, produits principaux de leur dédoublement. Je poursuis cette étude en ce moment, et j'espère la mener à bonne fin, grâce à une quantité notable de dambonite que j'ai pu récemment me procurer. »

PHYSIQUE. — *Effets frigorifiques produits par la capillarité jointe à l'évaporation; évaporation du sulfure de carbone sur du papier spongieux.* Note de M. C. **Decharme.** (Extrait.)

(Commissaires : MM. Chevreul, H. Sainte-Claire Deville, Berthelot.)

« Dans un verre à expérience, contenant du sulfure de carbone, on place verticalement une bande de papier spongieux, de 10 à 12 centimètres de long, sur 2 ou 3 de large, pliée en deux, en trois ou en quatre, dans le sens de la longueur, ou roulée en flèche. Le liquide monte d'abord rapidement dans le corps poreux; en moins d'une minute, il a atteint la hauteur de 7 à 8 centimètres. Alors on voit apparaître sur le papier, d'abord vers la partie supérieure, une zone blanche uniforme de givre provenant, soit de la condensation de la vapeur d'eau atmosphérique, soit de la formation d'un hydrate de sulfure de carbone, couche d'épaisseur croissant avec le temps et qui descend jusqu'à 2 centimètres environ au-dessus du niveau du liquide dans le vase. Alors l'ascension du sulfure de carbone paraît complétement arrêtée. (En vase clos, le givre ne se produit pas; le liquide peut s'élever à plus de 30 centimètres de hauteur dans une bande n'ayant que 2 centimètres de large.) Toutefois, si le liquide ne dépasse plus la zone de givre, l'aspiration capillaire n'en continue pas moins très-active dans cette zone elle-même, où l'on ne tarde pas à voir croître des arborescences, toutes perpendiculaires à la surface ou aux arêtes du papier. Ces arborescences atteignent, en une demi-heure, 12 à 15 millimètres de longueur, dans certains cas. Elles offrent, en se groupant, l'aspect en miniature de massifs d'arbres couverts de givre, ou de champignons, ou de têtes de choux-fleurs contiguës. Le phénomène peut se continuer indéfiniment, pourvu que l'on ajoute de temps à autre du liquide pour remplacer celui qui se volatilise alors très-vite. Les arborescences ne commencent à fondre que quand le sulfure de carbone est complétement épuisé depuis quelques minutes (1).

(1) La fusion a lieu à zéro, comme on le constate en produisant les arborescences sur la boule d'un thermomètre, sans employer de papier spongieux.

» La formation des arborescences est à peine ralentie en plein soleil, à une température de 35 degrés. Bien plus, en chauffant le liquide luimême au bain-marie dans de l'eau à 60 degrés, le phénomène du givre se produit également pendant l'ébullition du sulfure de carbone. Les arborescences, quoique plus rares et plus grêles, sont même plus longues qu'en opérant à froid.

» Pour évaluer l'abaissement de température qui se produit, on entoure de papier spongieux le réservoir d'un petit thermomètre, et l'on dispose l'instrument de manière que la partie inférieure du papier plonge dans le sulfure de carbone et que le réservoir soit à 3 centimètres environ du niveau du liquide. La couche de givre se forme, s'épaissit, et le mercure de l'instrument descend, en quelques minutes, de $+20$ à -15 degrés.

» Il suffit même de plonger dans le sulfure de carbone le thermomètre entouré de sa bande de papier et de le retirer aussitôt, pour que la couche blanche se manifeste, et qu'en moins de deux minutes le mercure descende de $+20$ à -12 degrés, quelquefois à -16 degrés, si l'on a soin d'agiter l'instrument à l'air. Il est à remarquer que, dans le liquide abandonné à l'évaporation spontanée, le thermomètre, sans papier spongieux, ne s'abaisse pas à $+5$ degrés, la température de l'air ambiant étant de 15 à 18 degrés.

» En plongeant simplement une bande de papier spongieux dans le sulfure de carbone, et la retirant aussitôt, on voit, en vingt ou trente secondes, la zone de givre se former, augmenter pendant une minute environ, puis se fondre. C'est là un moyen de constater instantanément, même au soleil, la présence de la vapeur d'eau dans l'air atmosphérique. Par un temps de brouillard, le phénomène est plus prompt, le dépôt plus abondant et le froid plus intense. On a ainsi un *hygroscope* d'une grande simplicité.

» Il est facile de passer des expériences précédentes à celles de la congélation de l'eau. Il suffit d'entourer d'une bandelette de papier spongieux un petit tube de verre mince, de la grosseur d'un tuyau de plume, contenant 2 à 3 centimètres d'eau, de le plonger dans le sulfure de carbone et de le retirer immédiatement; la congélation de l'eau se fait en deux minutes. Quand l'air est sec, une deuxième immersion est quelquefois nécessaire.

» Si l'on fait l'expérience avec un tube de 1 centimètre et plus de diamètre, il faut que l'aspiration capillaire et l'évaporation soient continuées pendant un temps plus long; pour cela, on dispose le papier de manière que le maximum de froid se produise vers le milieu de la colonne d'eau, le papier plongeant de 1 centimètre dans le liquide. Si la colonne d'eau avait

plus de 5 centimètres de longueur, il faudrait faire une seconde prise de liquide à hauteur convenable, ou une seule prise un peu au-dessus de la première moitié (dispositions que l'expérience apprend facilement à réaliser), ou placer le tube horizontalement, la prise étant en dessous à 2 ou 3 centimètres du tube. Au bout d'un quart d'heure ou d'une demi-heure, on obtient un beau cylindre de glace, de la grosseur du doigt. Si l'on active cette évaporation par ventilation, ou avec la machine pneumatique, les effets sont beaucoup plus rapides et plus intenses. Je m'occupe de rechercher un moyen commode de condenser la vapeur du sulfure de carbone et de rendre l'opération pratique.

» Le chloroforme détermine aussi le phénomène des arborescences dans le papier spongieux, mais moins facilement que le sulfure de carbone. L'éther sulfurique, quoique très-volatil, ne le produit pas.

» Lorsqu'on examine, à l'aide d'un microscope de faible grossissement (vingt à trente fois en diamètre), les sommets des arborescences en voie de développement, on y aperçoit un mouvement qui ne ressemble en rien à celui des cristallisations que l'on projette au microscope solaire : c'est comme une pâte humide en fermentation rapide; il s'y fait des soulèvements, suivis d'éboulements, d'affaissements; on y voit des espèces de têtes qui s'élèvent, puis s'abaissent pour reparaître de nouveau, et parfois avec une vitesse telle, que l'œil a peine à suivre ces différentes phases. Le phénomène n'a de limite que l'épuisement du liquide. Il résulte de ce mode de développement que les arborescences n'offrent rien de cristallin, bien qu'elles aient entre elles une certaine similitude de port et de structure. Lors de l'épuisement du liquide, les branches terminales laissent voir de petites pointes cristallines, encore opaques et comme efflorescentes.

» On peut projeter les arborescences avec le nouvel appareil de M. Duboscq, à miroir incliné, qui grossit suffisamment pour cet effet. Les particularités de ce phénomène en font une expérience de cours des plus intéressantes. »

PHYSIOLOGIE. — *Origine et formation du follicule dentaire chez les Mammifères.* Note de MM. **P. Magitot** et **Ch. Legros**, présentée par M. Ch. Robin.

(Commissaires : MM. Milne Edwards, Ch. Robin, de Lacaze-Duthiers.)

« La recherche de l'origine des follicules dentaires chez les Mammifères est, parmi les problèmes de l'embryogénie, l'un de ceux qui, depuis le siècle

dernier jusqu'à nos jours, ont suscité le plus grand nombre de travaux, sans que la question ait pu être considérée comme résolue d'une manière exacte. L'époque relativement précoce de la vie embryonnaire à laquelle débutent ces phénomènes, les difficultés que présentent la préparation et le traitement des pièces, la nécessité de l'emploi de nombreux réactifs sont les causes qui ont retardé la connaissance de cette évolution.

» Lorsque l'embryon des Mammifères est parvenu à cette période où les arcs maxillaires viennent d'être constitués par la soudure des divers bourgeons qui les composent, c'est-à-dire à une époque qui correspond chez l'homme à la fin de la sixième semaine, les bords alvéolaires sont recouverts par un *bourrelet* arrondi qui, outre la saillie qu'il forme dans la bouche, présente une autre saillie uniforme et continue qui plonge dans le tissu embryonnaire des mâchoires. Ce bourrelet est exclusivement épithélial : cellules polyédriques stratifiées recouvrant une couche de cellules à peu près prismatiques ou *couche de Malpighi;* c'est l'épithélium buccal.

» De la partie profonde de ce bourrelet se détache, vers la fin de la sixième semaine chez l'homme, une bande de même nature que ce bourrelet, et qui, du point dont elle émane, se dirige transversalement ou obliquement vers la ligne médiane. Cette bande, occupant ainsi toute la longueur du bord alvéolaire, est la *lame épithéliale.*

» C'est sur le bord libre de la lame épithéliale qu'a lieu la production d'un certain nombre de bourgeons représentant les *organes de l'émail* des dents futures. Ces bourgeons, dont l'apparition est presque simultanée aux deux mâchoires, sont d'abord en nombre égal aux follicules des dents temporaires; ils constituent les *bourgeons primitifs.*

» Le bourgeon primitif, après avoir cheminé pendant un certain trajet au sein du tissu embryonnaire, se déprime à son extrémité par suite de l'apparition (à peu près contre le cordon vasculo-nerveux dentaire) d'un nouvel organe, *le bulbe dentaire,* qui, primitivement conique, se loge dans cette dépression correspondante de l'organe de l'émail. Le nouvel organe naît du tissu embryonnaire lui-même, dont il garde du reste les caractères histologiques, tandis que le premier, qui lui forme une sorte de capuchon, conserve sa nature épithéliale. Plus tard on voit se détacher de la base du bulbe la paroi folliculaire d'aspect membraniforme qui s'élève autour de ce dernier et arrive à circonscrire les deux organes, pour se clore au point de jonction de l'organe de l'émail avec le cordon qui s'est rompu en cet endroit. A ce moment, le follicule représenté par un sac clos de toutes parts est constitué. Cette série de phénomènes est uniforme et constante

pour la formation des follicules de toutes les dents pourvues de dentine et d'émail : les dents *temporaires* ou *caduques* se forment invariablement de cette manière.

» Quant aux dents *permanentes*, leur mode d'évolution répond à plusieurs ordres de phénomènes, suivant qu'elles sont ou non précédées de dents caduques correspondantes. En effet, si, d'une part, chaque follicule temporaire est suivi d'un follicule permanent qui prend sa place au sein des mâchoires, il est un certain nombre de dents qui, évoluant à l'extrémité de la série des dents temporaires, ne sont nullement précédées d'aucune autre : telles sont, par exemple, les molaires de l'homme, au nombre de six à chaque mâchoire.

» Les dents permanentes qui succèdent en nombre égal aux temporaires naissent d'un bourgeon épithélial, émanant du cordon primitif de la dent temporaire. Ce *cordon secondaire* se détache sur un point voisin du sommet du follicule primitif pour se diriger de là dans la profondeur des tissus jusqu'en un point sous-jacent au follicule temporaire; là il devient le siége des mêmes phénomènes ultérieurs d'évolution qui amènent la formation du bulbe et de la paroi folliculaire.

» Quant aux molaires permanentes situées au delà de la série des temporaires, à la partie la plus reculée des arcades dentaires, voici comment a lieu leur évolution chez l'homme : La *première* de ces molaires naît d'un bourgeon émanant directement de la lame épithéliale et non d'un diverticulum d'un follicule voisin. La *deuxième* naît d'une dérivation du cordon épithélial de la première, et la *troisième* d'un nouveau bourgeon qui se détache du cordon de la deuxième.

» Trois séries de phénomènes résument donc l'évolution du système dentaire : 1° La série des dents temporaires naît de la lame épithéliale; 2° la série des dents permanentes qui succèdent à celles-ci procède des cordons épithéliaux des follicules temporaires; 3° la série des dents permanentes non précédées de temporaires correspondantes procèdent l'une de l'autre, à l'exception de la première qui naît directement de la lame épithéliale.

» Au point de vue de la physiologie générale, la formation du follicule dentaire résulte donc de la rencontre de deux organes : l'un, *organe de l'émail*, de nature épithéliale, né le premier et procédant de la couche épithéliale de la muqueuse buccale; l'autre, de nature embryoplastique, le *bulbe dentaire*; enfin une paroi émanée de la substance de ce dernier enveloppe le tout : c'est le *sac folliculaire*. Nous ne parlons pas ici d'un autre

organe, l'*organe du cément* qui entre dans la constitution de certains follicules et dont il sera traité dans un autre travail.

» Si, d'autre part, on cherche à rapprocher ce mode d'évolution d'autres phénomènes analogues dans l'économie, on reconnaît qu'il y a identité complète entre le développement du follicule dentaire et celui du follicule pileux. Ce dernier naît, en effet, aussi d'un cordon épithélial effectuant sa migration au sein du derme où il rencontre un autre organe, le bulbe pileux, le recouvre, tandis qu'une paroi détachée de la base du bulbe entoure toutes les parties et leur forme un sac qui, à la seule différence avec le follicule dentaire, reste constamment ouvert du côté de l'extérieur, tandis que le follicule dentaire, d'abord clos, ne s'ouvre que plus tard pour donner passage à la dent au moment de l'éruption (1). »

MÉDECINE. — *Sur les embolies capillaires et les infarctus hémorrhagiques du choléra.* Deuxième Note de M. **Bouchut**.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« Dans une première Communication à l'Académie, j'ai présenté des recherches sur une lésion du choléra qui n'a pas encore été signalée, l'existence des infarctus hémorrhagiques de la peau et de quelques organes intérieurs. J'adresse aujourd'hui la suite de mes observations.

» Dans tous les cas de choléra assez graves pour occasionner la mort, il se fait des embolies capillaires, caractérisées par des infarctus hémorrhagiques plus ou moins volumineux et en nombre très-variable. Ces embolies se font dans les capillaires sous-cutanés, et dans les petits vaisseaux de l'endocarde, du péricarde, des poumons, des reins et du tissu conjonctif inter-musculaire. Je n'en ai pas rencontré dans le cerveau, mais, d'après ce que j'appris sur un cas de mort subite en ville, chez une personne à peine convalescente d'une attaque de choléra, il est vraisemblable qu'il y a eu embolie cérébrale.

» Ces embolies se sont présentées à moi sous la forme de noyaux apoplectiques, ou infarctus sanguins, de volume variable depuis la dimension d'une petite tête d'épingle jusqu'à celle d'un gros pois.

» Sous la peau, elles se révélaient à l'extérieur par une tache d'un rouge

(1) Nous n'avons pu, dans ce court résumé, donner les nombreuses indications bibliographiques qui concernent ce sujet; on les trouvera dans le Mémoire complet que publie le *Journal d'Anatomie et de Physiologie*; 1873.

livide violacé n'intéressant pas la substance du derme. Elles étaient formées par une suffusion sanguine du tissu conjonctif sous-cutané, et, au centre, se trouvait un noyau noirâtre plus foncé en couleur. Une injection d'eau, poussée par l'artère centrale du membre et revenant par les veines, n'emportait pas cette hémorrhagie et ne traversait pas les vaisseaux obstrués. J'ai rencontré ces embolies sous-cutanées huit fois sur huit autopsies.

» Dans les reins, l'infarctus hémorrhagique, large de 1 centimètre, était superficiellement placé sous la coque fibreuse de l'organe, et pénétrait à 3 millimètres environ dans la substance corticale. Il était formé par une infiltration noirâtre, sanguine, très-foncée en couleur. Il n'y en a eu qu'un seul cas sur huit autopsies.

» Dans les poumons, les infarctus, durs, noirs et superficiels avaient une forme légèrement conique, à base tournée en dehors; une injection d'eau par l'artère pulmonaire ne pouvait les enlever. Sur les huit autopsies, je les ai rencontrés deux fois.

» Dans le cœur, les infarctus étaient petits, miliaires, placés à l'intérieur de l'organe, sous l'endocarde, et entraient à peine dans la substance musculaire. Il y en avait sur les parois et sur les colonnes charnues, mais sur la grosse colonne, qui donne attache aux tendons de la valvule mitrale, j'en ai compté huit. Je les ai rencontrés trois fois à l'intérieur du cœur.

» Il y en a aussi sous le péricarde; ils sont très-petits, miliaires, entrent à peine dans la substance des ventricules. Je les ai observés à la base de l'organe, près du sillon auriculo-ventriculaire, dans un seul cas.

» Le cœur lui-même présente toujours, dans sa membrane interne ou dans ses cavités, des altérations importantes qui sont: soit de l'endocardite valvulaire végétante, au bord libre des valvules; soit de la thrombose cardiaque, plus ou moins ancienne et caractérisée par des caillots fibrineux, blanchâtres, adhérents, mêlés à un coagulum jaunâtre, demi-transparent, gélatiniforme, ambré, et à des caillots noirs, mous, cruoriques, de formation récente. L'endocardite peut manquer, mais la thrombose cardiaque existe toujours. Il est probable que c'est à ce commencement d'endocardite valvulaire et surtout à la thrombose cardiaque qu'il faut attribuer la production des embolies capillaires et des infarctus hémorrhagiques dont je viens de donner la description.

» Cette découverte anatomo-pathologique me paraît avoir pour autre conséquence l'explication du mécanisme des phlegmasies secondaires si graves de la période de réaction du choléra algide. En effet, à la suite de l'état de cyanose sanguine et de stase vasculaire générale, lorsque la cir-

culation se rétablit, le sang pousse devant lui des thromboses, qui forment çà et là des obstructions et provoquent des méningites ou des pneumonies mortelles. Le cours du sang ne peut se rétablir, entravé qu'il est par des embolies venues du cœur, et il en résulte des congestions locales, suivies d'un état de phlegmasie plus ou moins prononcé. »

MÉDECINE. — *Observations relatives à une Note précédente de M.* Pellarin, *concernant les déjections cholériques comme agent de transmission du choléra.* Note de M. **H. Blanc**, présentée par M. Wurtz. (Extrait.)

« Dans la séance du 15 septembre dernier (page 634 de ce volume), M. le Dr Pellarin a lu une Note dans laquelle 1° il cherche à démontrer que je me suis attribué la priorité de la découverte du rôle des déjections cholériques comme agent de la transmission du choléra; 2° il me reproche de n'avoir pas fait mention de travaux antérieurs, des siens en particulier, et d'avoir cherché à établir comme inédit ce qu'il avait lui-même affirmé il y a vingt-quatre ans. Je vais répondre, en quelques mots, à ces assertions.

» 1° Je n'ai jamais réclamé aucune priorité au sujet de la découverte du rôle des évacuations cholériques, comme agent de transmission du choléra; la question de priorité n'est même pas mentionnée dans mon Mémoire. L'opinion que le choléra est transmis par les évacuations cholériques a, depuis bien des années, de nombreux partisans, et je n'ai pas cru nécessaire de remonter à l'origine de cette découverte pour en démontrer la valeur, le seul point sur lequel j'insiste. D'ailleurs, déjà en 1838, Bœhm publia un ouvrage sur les évacuations cholériques, et il décrivit même les champignons que Haller plus tard remit en honneur.

» Mais des faits plus précis encore furent publiés en Angleterre, avant la date indiquée par M. Pellarin, c'est-à-dire avant le 24 septembre 1849. Le Dr Snow publia à Londres, en 1849, une brochure sur le mode de transmission du choléra au moyen des déjections cholériques. Il étudie la question à fond et pose des principes qui ont une base vraiment scientifique. Cette brochure est antérieure à la première Note de M. Pellarin, car le 5 septembre 1849 le Dr Budd, de Bristol, fit insérer dans le *Times* une lettre dans laquelle il cite le travail du Dr Snow.

» 2° Pour M. Pellarin, le choléra est une maladie infectieuse : je repousse cette hypothèse. Pour qu'il n'y ait pas de malentendu, je citerai textuellement M. Pellarin; il dit :

« Le choléra ne voyage qu'avec et par les individus qui en ont pris le germe; l'in-

fluence épidémique ne doit s'entendre que de la disposition créée par la présence d'un certain nombre de malades, dont chacun est susceptible de devenir pour les personnes qui l'approchent un foyer d'infection cholérique, c'est-à-dire un agent de transmission de la maladie, ce qui constitue la contagion proprement dite, de quelque manière que cette transmission se fasse. »

» Les vues exprimées dans mon Mémoire sont tout à fait opposées; je dis :

« Le choléra est transmis de l'homme à l'homme. Le principe contagieux réside dans les évacuations de l'homme pris de choléra. Cette transmission de la maladie a lieu *presque toujours*, au moyen de l'eau prise en boisson; *exceptionnellement*, quand de nombreux malades cholériques sont réunis ensemble, et dans quelques circonstances rares dont nous parlerons plus loin, le choléra peut-être communiqué par l'air renfermant les produits desséchés ou les exhalaisons des évacuations cholériques. »

» M. Pellarin (en 1849) croyait le choléra infectieux; il fait jouer un rôle important aux évacuations cholériques, mais, pour lui, elles n'agissent que par les miasmes et les effluves qu'elles dégagent. En 1873, je déclare le choléra contagieux, la contagion résidant dans les évacuations cholériques, la transmission, selon moi, ayant *toujours lieu* par les voies digestives, que le principe contagieux soit contenu dans l'eau, dans la nourriture ou dans l'air. Il n'y a donc, sur ce point, rien de commun entre nous, à part les mots « évacuations cholériques ».

» L'histoire de l'épidémie de Givet, décrite par M. Pellarin, repose sur l'idée que des miasmes furent exhalés de certaines évacuations cholériques, jetées sur un tas de fumier et dans des latrines; on ne dit pas quelle était la qualité de l'eau prise en boisson par les personnes atteintes du fléau, s'il y avait eu communication possible entre des puits ou des réservoirs et le tas de fumier et les latrines; si toutes les précautions avaient été prises pour s'assurer que la transmission n'avait pas eu lieu par d'autres moyens, c'est-à-dire par la nourriture ou par l'air renfermant des particules desséchées des évacuations cholériques. Ces observations sont intéressantes, mais elles n'offrent pas une valeur suffisante pour soutenir la doctrine d'infection. Ce n'est pas sur des données aussi vagues que j'aurais pu accueillir des faits qui, comme ceux que j'ai cités, établissent l'influence des évacuations cholériques comme moyen de communication du choléra.

» Un court résumé de mon travail démontrera qu'il est entièrement basé sur des faits récents, authentiques et la plupart inédits ou peu connus en France.

» Mon Mémoire est divisé en trois parties. Dans la première, j'examine

d'abord les faits se rapportant à la transmission du choléra, au moyen de l'eau potable. Les faits à l'appui sont : le pèlerinage d'Hurdwar en 1867, les rapports officiels des chirurgiens américains en 1866, l'immunité dont jouissent certaines tribus du Bengale; le fait du Dr Macuamara, de quelques personnes qui boivent de l'eau contaminée des évacuations cholériques, (1866); le résumé de l'opinion de cinq cent-cinq médecins des Indes consultés par le gouvernement anglais (1866); les expériences des Drs Lewis et Cuningham sur les évacuations cholériques (1869). En ce qui concerne les autres modes de transmission du choléra, je m'appuie sur le Mémoire du Dr Murray (1866), sur le travail du Dr Macpherson (1866), et du Dr Hamilton (1873).

» Dans la deuxième partie, je m'occupe des moyens de prévenir le choléra. Les faits sur lesquels je m'appuie sont : le campement des troupes anglaises; l'armée de l'empereur Théodoros d'Abyssinie (1865); l'épidémie de Sattara (1872), et des faits pratiques tirés de mon expérience personnelle.

» La troisième partie a rapport au traitement : il est basé sur mon expérience personnelle; sur le résumé du Rapport des cinq cent-cinq médecins, déjà cité; sur la méthode antiseptique et le traitement au chlorure d'alumine qui m'est propre.

» Comme conclusion, j'ai l'honneur d'adresser à l'Académie la rectification suivante : je ne me suis pas attribué une priorité sur la question des évacuations cholériques comme moyen de transmission du choléra; cette priorité n'appartient pas non plus au Dr Pellarin, mais bien au Dr Snow, de Londres; de plus, pas un mot dans mon Mémoire ne justifie la réclamation du Dr Pellarin. »

NAVIGATION AÉRIENNE. — *Remarques sur différents problèmes pratiques de navigation aérienne;* par M. **W. de Fonvielle**. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

« L'auteur donne des détails sur les accidents survenus aux aérostats captifs qu'on a essayé de construire pour l'usage des visiteurs de l'Exposition internationale de Vienne. Il montre que l'échec complet constaté à deux reprises peut s'expliquer parce que l'on a négligé plusieurs des précautions essentielles réalisées par M. Giffard dans ses ballons captifs de Paris et de Londres, appareils dont toutes les parties avaient été soigneusement calculées.

» L'auteur fait l'hypothèse fort admissible que la température du gaz d'un ballon libre diffère de celle de l'air extérieur de 10 degrés C., au moins deux fois par jour : en plus quand l'action calorifique des rayons solaires a atteint son maximum, en moins quand le rayonnement vers les espaces célestes a produit tout son effet. S'il en est ainsi, cette seule rupture d'équilibre thermique suffit pour limiter à un très-petit nombre de jours la durée de la course. Il n'est donc pas raisonnable d'espérer qu'un aérostat, exposé à tant d'autres causes de perturbations, indépendamment des fuites qu'on ne peut supposer supprimées d'une façon absolue, franchisse l'Atlantique. Il ne pourrait arriver au terme de son voyage, même quand les aéronautes parviendraient à se maintenir, pendant tout le temps de la traversée, dans le grand courant sud-ouest, dont l'existence est du reste problématique, et qu'il est sage de commencer par rechercher, à l'aide d'ascensions faites sur terre. Les travaux récents de Donati et de M. Brown sur la météorologie ne lui paraissent point de nature à faire croire qu'il souffle d'une façon normale et régulière.

» L'auteur cherche à établir qu'on ne saurait supprimer les effets de ces ruptures d'équilibre thermique, en fermant l'orifice du ballon à l'aide d'une soupape hermétique. En effet, un petit ballon de caoutchouc diaphane fait explosion avec un bruit pareil à celui d'une bombe dès qu'on vient à le percer avec une épingle. Ce phénomène tient à l'étonnante rapidité avec laquelle la membrane de caoutchouc se déchire, quoique la pression du gaz hydrogène ne dépasse pas notablement celle qui régnerait dans l'intérieur d'un grand ballon libre où l'on voudrait paralyser les effets de la dilatation solaire. L'enveloppe serait, il est vrai, beaucoup plus résistante que la membrane mince de caoutchouc de ces petits ballons; mais ne se trouverait-elle pas également, jusqu'à un certain point, dans le cas d'une larme batavique qui se disloque dès que les différentes parties cessent de se prêter un mutuel appui?

» Les aéronautes américains ont eu l'idée de lâcher des pigeons successivement, à intervalles réguliers. Grâce à cette innovation, on a eu au point de départ des nouvelles constantes de l'ascension exécutée sur terre par le grand ballon transatlantique, au commencement d'octobre, après son échec de septembre. Cette ascension s'est terminée au bout de quatre heures, parce qu'un courant du sud a ramené les voyageurs aériens vers le continent, où ils ont constaté par expérience que les chutes sont moins dangereuses que sur mer.

» Cet épisode du seul voyage tout à fait terrestre exécuté par le grand

ballon transatlantique peut être enregistré à la suite de tous les changements de sens déjà signalés sur les bords de la mer, où la superposition de courants aériens de direction différente, suivant la hauteur, est si fréquente. L'auteur a communiqué à plusieurs journaux scientifiques et autres des lettres reçues de M. Bunelle, aéronaute français, qui annonçait être parvenu à profiter de ces alternances pour exécuter, pendant le printemps dernier, des évolutions aérostatiques au-dessus de Saint-Pétersbourg.

» L'auteur rappelle le récit, fait dans plusieurs journaux, des incendies aériens qui, au mois de juillet et de septembre, ont coûté la vie aux aéronautes La Mountain et Bailey qui, l'un et l'autre, montaient des mongolfières. Ces horribles catastrophes lui permettent de combattre la prédilection que quelques personnes persistent à conserver pour des appareils incapables de rendre le moindre service, soit à la science, soit à l'art de la guerre.

» Il ajoute que tous ces faits, survenus pendant la gravure et l'impression du *Tableau pratique de navigation aérienne*, qu'il vient de publier chez M. Bouasse-Lebel, et dont il prie l'Académie d'agréer l'hommage, sont une conséquence incontestable des principes physiques simples qu'il y a développés. Il a cherché à en tirer quelques règles précises, tant pour la construction des ballons que pour leur manœuvre. »

VITICULTURE. — *Note sur la formation des renflements sur les radicelles de la vigne;* par M. **Max. Cornu**, délégué de l'Académie.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Le séjour du *Phylloxera vastatrix* sous terre, pendant la plus grande partie de son existence, complique l'étude des mœurs de cet insecte. Les modifications qu'il produit dans le système radiculaire de la vigne sont bien moins évidentes que celles qu'il exerce sur ses organes aériens; on n'a pas la même facilité pour l'examiner à toute heure. C'est pour une cause analogue qu'un grand nombre de personnes ignorent que beaucoup de végétaux nourrissent sur leurs racines, comme d'autres sur leurs feuilles, des pucerons appartenant à divers genres et à diverses espèces. On s'explique ainsi pourquoi la forme gallicole du Phylloxera fut observée la première en Amérique et en Angleterre, et comment la forme radicicole ne le fut que plus tard. Tandis qu'on suit instinctivement et sans y penser l'accroissement de la végétation des parties visibles des plantes, le développement des feuilles, l'allongement des branches, les modifications qu'elles subissent de jour en jour, bien des gens ignorent entièrement comment se

fait l'accroissement des parties souterraines, et ne savent pas reconnaître si telles radicelles sont jeunes ou âgées, si elles sont ou non destinées à s'allonger. Telle est la cause pour laquelle la carie et l'excoriation des grosses racines, l'absence des petites, la disparition du chevelu sur les vignes malades, par le fait du Phylloxera, ne frappent pas autant que la chute ou le jaunissement des feuilles d'un arbre.

» C'est le manque d'observations faites sur le système souterrain qui laisse croire que la pourriture des racines est, dans le cas actuel, due à des causes autres que l'action de l'insecte et celle des renflements qu'il produit.

» Pour les organes aériens, visibles à toute heure, oserait-on soutenir un instant que les galles de la vigne, dues au Phylloxera, celles du peuplier, du saule, les grosses cloques de l'orme et les gigantesques cornes du térébinthe sont dues à des causes vagues, telles que l'humidité, la gelée, la mauvaise culture; à la dégénérescence de la plante, à une maladie de la séve, etc., et non pas à l'action précise et locale de pucerons bien connus? Mais, pour les altérations des racines de la vigne, comme tout se passe sous terre, on ne voit rien, on n'observe rien et l'on peut discuter, tout à son aise, *a priori*, sans raisons valables et sans preuves. Telle est l'origine des étranges opinions émises sur la maladie de la vigne.

» De là aussi la nécessité d'observer les racines et de les étudier.

» Le fait qui me frappa d'abord, dans l'étude suivie des renflements radicellaires, fut que les hypertrophies déterminées par le Phylloxera n'avaient pas perdu la faculté qu'ont les racines d'émettre des radicelles *vigoureuses, saines* et entièrement semblables à celles qui proviennent de racines saines en pleine végétation. C'est à la suite de cette observation que j'eus l'idée de suivre, jour par jour, un même renflement et de noter avec soin les diverses particularités qu'il présenterait. En faisant des mesures, j'acquis aussitôt la certitude que le point végétatif de la radicelle renflée pouvait encore déterminer l'accroissement de cette radicelle et qu'il n'était pas frappé d'impuissance; M. Duchartre m'avait spécialement recommandé de m'en assurer.

» Pour bien juger du début des renflements et de leur âge, je pris une bouture de vigne saine et j'y déposai quelques Phylloxeras; elle était contenue dans un pot à fleurs. Les insectes furent placés sur les racines qui contournaient les parois du vase et qui se présentaient dans un bel état de développement. Après six jours, il y avait déjà des renflements très-nets, d'une longueur de 3 millimètres environ et d'une couleur jaune d'or toute spéciale, indice de l'hypertrophie. Ces renflements, produits uniquement

par l'insecte, étaient tous *terminaux*, c'est-à-dire qu'ils étaient fournis tous par le tissu jeune et en voie de formation de l'extrémité des radicelles que l'on nomme *point végétatif;* aucune nodosité ne s'était formée sur une partie déjà complétement développée de la racine ou de la radicelle. Le Phylloxera ne s'attacha qu'aux parties les plus jeunes. Ce premier fait est très-important et formellement contraire à la théorie de la prédisposition des plantes déjà souffrantes, puisque l'insecte choisit de préférence les parties les plus vigoureuses et fuit les parties déjà un peu affaiblies par la végétation et moins riches en sucs nutritifs.

» Je notai avec soin un certain nombre de ces radicelles. Je choisis divers exemples qui me présentèrent un certain nombre de cas particuliers. Treize renflements furent spécialement observés, décrits et représentés en couleur; les radicelles saines émises, ainsi que les modifications des renflements, furent étudiées.

» Je ne rapporterai pas le détail de toutes ces observations; je me contenterai de donner l'énoncé des résultats qu'on peut en tirer. Elles ont eu lieu du mois d'août au mois d'octobre; les nombres qui seront donnés ne sont pas absolus : ils sont destinés à fournir, non pas une règle invariable, mais des indications qui ne seront précises que pour des conditions semblables à celles où l'observation a été faite. Des nombres, quand bien même ils ne sont pas toujours exactement applicables, ont leur intérêt, car ils font sortir du vague une question qui y demeurerait entièrement plongée.

» Les renflements produits sur les radicelles par un Phylloxera unique prennent en général la forme d'un crochet; la radicelle se renfle tout autour de l'insecte, au-dessus et au-dessous de lui, mais surtout au-dessus, c'est-à-dire surtout du côté de la partie terminale qui continue à s'accroître en se recourbant plus ou moins. Elle forme ainsi une sorte de retraite où le Phylloxera se trouve logé. Quelquefois le renflement ainsi formé reste définitivement stationnaire; le plus souvent, au contraire, le point végétatif n'est pas épuisé et continue à allonger l'extrémité radicellaire demeurée pleine de vie et d'activité; elle peut de nouveau s'accroître et être modifiée, à son tour, par la présence de nouveaux Phylloxeras.

» Le renflement est d'abord translucide et opalin avec un point végétatif d'un jaune vif; cette période ne dure pas beaucoup plus de deux ou trois jours. Il prend de suite une couleur jaune d'or différente comme teinte et comme origine de celle du point végétatif; elle est très-accentuée dans certains cas déjà vers le sixième jour.

» Si l'extrémité ne doit pas s'accroître, elle revêt une teinte plus foncée imitant en cela la base du renflement; bientôt et successivement la teinte jaune tourne au brun et l'on aperçoit à la loupe des peluches brunes, qui dessinent un réseau comme on en voit sur la porcelaine craquelée. Le tissu extérieur, qui brunit de plus en plus, se fendille quelquefois assez régulièrement pour produire ainsi des alignements remarquables. Les plaques adhérentes laissent apercevoir entre elles la teinte jaune du tissu situé au-dessous. Plus un point prend d'accroissement et plus la teinte jaune s'y révèle par l'écartement des plaques de tissu fendillé. Les couches périphériques s'exfoliant d'ailleurs successivement laissent apercevoir une teinte de plus en plus pâle. La couleur jaune est en effet produite, non par un plasma dense et riche en éléments organisateurs comme au point végétatif; elle est due, comme nous le verrons plus tard, dans une Note spéciale sur la structure anatomique des renflements, à une ligne jaune et réfringente qui occupe les cellules des assises périphériques, situées en dessous de l'épiderme; à mesure que les couches les plus extérieures s'exfolient, il reste en dessous d'elles un nombre de plus en plus petit de cellules jaunes. Telle est l'explication sommaire du changement que les renflements offrent dans leur aspect.

» Si la nouvelle formation s'accroît par son extrémité, la partie renflée seule subit ces modifications; quant à la partie située au-dessus, elle prend l'apparence d'une radicelle ordinaire. Notons que le diamètre de la radicelle, dans cette région, est souvent supérieur à celui qu'elle avait au-dessous du renflement, c'est-à-dire dans une portion plus âgée.

» Quand il y a sur une radicelle, non plus un seul Phylloxera, mais plusieurs, l'altération est plus considérable, l'hypertrophie est plus importante, le développement est plus rapide, la teinte jaune apparaît plus tôt. Si deux insectes se sont fixés à peu près à la même hauteur et côte à côte, leurs effets s'ajoutent; on retombe presque dans le cas précédent s'ils sont éloignés, les effets de torsion se compensent, le renflement présente un étranglement et demeure à peu près droit; il se développe de telle manière qu'il semble s'être creusé sous l'action de l'insecte. S'il y a un plus grand nombre de pucerons, on arrive à une grande variété de formes; à chaque Phylloxera correspond une cavité, et du côté opposé une courbure convexe dont l'effet est plus ou moins combattu par la courbure déterminée par un autre insecte; il y a ainsi une sorte de composition entre les forces qui sollicitent la radicelle, une résultante entre les directions qu'elles doivent lui imprimer; de là, une variété indéfinie de productions qui peuvent ce-

pendant se grouper sous plusieurs chefs principaux. Comme précédemment, le point végétatif peut avoir perdu ou gardé son activité. Si les cavités restent isolées, il en résultera une masse mamelonnée; si elles sont confluentes ou si leurs effets concordent, l'ensemble agira comme un seul Phylloxera et le renflement rappellera plus ou moins la formation en crochet. Il peut y avoir tous les intermédiaires entre ces deux extrêmes.

» Lorsque l'insecte s'attaque, non pas aux radicelles grêles et ayant un diamètre égal ou inférieur à 1 millimètre, mais à celles qui en ont un qui s'approche de 2 millimètres, óu qui dépasse cette dimension, l'effet produit est bien moins sensible. Lorsque le Phylloxera est unique, le résultat s'arrête à une légère déviation et à un renflement faible; s'il y en a plusieurs, leur action est plus considérable, mais n'atteint jamais celle qui est produite sur les radicelles plus grêles.

» Les renflements n'ont perdu ni la faculté de s'accroître par leur extrémité, ni celle d'émettre des radicelles nouvelles, propriété singulière pour une formation anomale; mais ces radicelles ne se développent ni sur tous les points ni à une époque quelconque. Les radicelles naissent sur la courbure convexe opposée au point où se tient l'insecte. Ces radicelles, ainsi qu'on l'a dit plus haut, sont saines et vigoureuses; elles s'accroissent rapidement, comme si elles étaient la continuation d'une formation cellulaire active, ou comme si elles étaient destinées à un travail d'absorption pressant et considérable. Il est probable que l'une et l'autre hypothèse sont réellement vraies et que l'excitation cellulaire déterminée par la présence de l'insecte épuise la plante et nécessite la formation rapide de nouveaux organes d'absorption, les anciens étant insuffisants.

» Les radicelles apparaissent d'abord comme un mamelon très-court sur les courbures des renflements; le tissu déchiré laisse passer une petite pointe conique de couleur jaunâtre. Après deux jours, la jeune radicelle acquiert plusieurs millimètres; en quatre jours, quelquefois en deux seulement, on lui voit atteindre 1 centimètre et plus; elle s'accroît ensuite très-rapidement encore. Le point végétatif est d'un jaune vif, le corps de la radicelle d'un blanc cristallin. On a donc affaire à une formation saine, issue d'un point modifié d'une façon toute locale par le parasite. On pourrait de là déduire des conséquences d'une haute valeur pour combattre les adversaires du Phylloxera, cause de la maladie actuelle des vignes. Cette radicelle se comporte comme une radicelle ordinaire, c'est-à-dire qu'elle s'accroît surtout en longueur et finit par donner elle-même naissance à des radicelles secon-

daires; ou bien elle cesse de croître, l'extrémité brunit de bonne heure, l'ensemble prend une teinte grisâtre, et tout développement ultérieur a pris fin.

» Pendant la période d'allongement, elle porte souvent des poils radicellaires, signe certain qu'elle sert à puiser des éléments nutritifs dans le sol; ces poils se retrouvent, non-seulement sur la radicelle issue d'un renflement, mais encore sur l'extrémité accrue du renflement et *sur le renflement lui-même*, avant qu'il ait pris la teinte brune et qu'il se soit exfolié en partie.

» Il suit évidemment de là que tout traitement en vue de détruire les Phylloxeras épars sur les renflements devra respecter les parties hypertrophiées; si l'on supprimait ces formations sous prétexte qu'elles épuisent la plante, on supprimerait du même coup un centre actif de productions radicellaires; ces racines adventives et les renflements eux-mêmes, pendant quelque temps, peuvent à un instant donné être d'un puissant secours pour la plante. C'est probablement par ces radicelles, toujours renaissantes dans les premiers temps, que sont absorbés avec rapidité les engrais puissants dont l'efficacité avait été proclamée d'abord avec trop de légèreté. Ils n'ont d'effet que tant qu'ils sont réellement absorbés. Sous leur influence passagère, la vigne épuisée reprend des forces, elle se relève un instant, mais elle retombe dès que cette nourriture surabondante lui fait défaut ou qu'elle n'est plus absorbée.

» En effet, quand toutes les radicelles sont détruites, que le végétal a perdu les organes qui devaient puiser dans le sol la nourriture dont il a besoin, à quoi bon lui prodiguer des substances désormais inutiles dont il ne peut plus tirer parti?

» L'expérience l'a prouvé maintes fois : les moyens culturaux, les engrais employés *seuls,* ainsi que je l'ai déjà dit, ne peuvent pas, et pour des raisons *parfaitement sûres,* fournir le remède propre à combattre avec succès la maladie des vignes. On voit encore malheureusement beaucoup trop d'habiles cultivateurs, égarés par des opinions sans base, se lancer dans des essais coûteux, dont l'insuccès définitif peut être prédit.

» Pendant la première période de la maladie, la production de radicelles vigoureuses et saines pourra, toutefois, être mise à profit; c'est un fait physiologique d'une certaine importance au point de vue pratique, et sur lequel le viticulteur sagace, qui saurait observer et qui prendrait l'expérience pour guide, dans des essais méthodiques, s'appuierait avec utilité dans la recherche du traitement. »

M. **Dumas**, après avoir analysé la Communication précédente, donne lecture du passage suivant d'une Lettre qu'il a recue de M. *Max. Cornu* :

« ..... J'ai trouvé vendredi soir un individu sexué du *Phylloxera vastatrix;* il était en train d'éclore. Il est dénué de suçoir. Il provient de racines sur lesquelles j'ai trouvé plusieurs individus ailés.

» Je prends la liberté de vous annoncer cette nouvelle comme une vérification des recherches magnifiques de M. Balbiani. »

VITICULTURE. — *Observations relatives à l'opinion exprimée par M.* Guérin-Méneville, *sur l'apparition du Phylloxera considérée comme une conséquence de la maladie de la vigne;* Extrait d'une Lettre de M. **de Malegnane** à M. le Président.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« ... D'après M. Guérin-Méneville, le *Phylloxera vastatrix* serait *indigène* en France; son développement abondant serait dû à un *état maladif antérieur* de la vigne. Les vignerons du Midi sont bien à plaindre déjà! Ajouter qu'ils le sont *par leur faute* est un peu dur; mais est-on bien fondé à le soutenir? Je ne le pense pas :

1° Parce qu'on ne définit pas en quoi consiste cet état maladif de la vigne et à quels *signes* il se reconnaît;

» 2° Parce qu'on ne donne aucune preuve de *l'existence* du *Phylloxera vastatrix* en France avant 1865;

» 3° Parce que, si le Phylloxera était *indigène*, il se trouverait en France, comme on le rencontre en Amérique, partout où il y a des vignes, tandis que l'Est, la Champagne, le Jura, la Bourgogne, l'Orléanais, etc., n'en présentent pas;

» 4° Parce que, loin de se développer à la fois sur toute la France, le Phylloxera s'est étendu, comme une *tache d'huile*, par la circonférence, en partant des centres où il s'était manifesté pour la première fois vers 1865;

» 5° Enfin, parce que, partout où le Phylloxera paraît, la vigne est tuée, et que, partout où elle se porte bien, on n'en a pas vu et l'on n'en voit pas trace, ni avant l'invasion, ni depuis.

» Je conseillerai donc aux vignerons de s'occuper du Phylloxera et de lui faire la chasse, tant que j'ignorerai où il se trouvait avant 1865, en France, et où il se trouve aujourd'hui, à l'état latent, dans les régions vinicoles de l'Europe qui n'en souffrent pas; car, jusque-là, il m'apparaît comme la *cause* du mal et non comme sa *conséquence*. »

M. J. Lechape adresse une Note concernant l'action que peut exercer l'ail broyé et mélangé de sel marin pour la destruction du Phylloxera.

M. A. Pagani adresse une Lettre par laquelle il réclame la priorité pour l'indication de l'emploi du sulfate de cuivre contre le Phylloxera.

M. Vicat adresse le dessin d'une tarière pour l'introduction des substances insecticides jusqu'aux racines de la vigne.

Ces diverses Communications sont renvoyées à la Commission du Phylloxera.

M. T. Héna adresse deux Notes relatives à la géologie de quelques points des Côtes-du-Nord.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. Lailler adresse une Note, accompagnée d'une pièce anatomique, pour servir à l'étude de la formation des calculs biliaires.

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

M. A. de Chassequint adresse une Note relative à la navigation aérienne.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

M. C.-M. Mathey adresse un nouveau Mémoire concernant l'utilisation de la force du vent, pour réduire la consommation du combustible dans les machines motrices.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. E. Métamorfotis adresse le dessin d'une machine fondée sur la gravité.

(Renvoi à l'examen de M. Tresca.)

M. Duvonkowski adresse une Note concernant un élixir anticholérique.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

CORRESPONDANCE.

PHYSIQUE. — *Note sur les meilleures dimensions à donner aux électro-aimants*; par M. Th. du Moncel.

« Dans la dernière Note que j'ai adressée à l'Académie (1), j'avais posé une formule assez simple pour déterminer le diamètre à donner au noyau de fer d'un électro-aimant, pour le placer dans les meilleures conditions possibles par rapport à une force électromotrice, et à une résistance de circuit donnée. Cette formule, qui conduit implicitement à conclure que, dans le cas où un électro-aimant est établi dans toutes ses conditions de maximum, ce diamètre est indépendant de la résistance du circuit et proportionnel à la puissance $\frac{2}{5}$ de la force électromotrice, ne peut se rapporter qu'à un électromoteur dont le fil est de même diamètre que celui du circuit. Or ce cas n'est pas général, et il était à désirer que la formule pût s'étendre à des circuits composés de conducteurs différents, tant par la nature que par la grosseur : c'est cette partie du problème dont je donne aujourd'hui la solution.

» Nous avons vu que, pour obtenir la valeur de c, c'est-à-dire celle du diamètre du fer d'un électro-aimant, j'étais parti de la loi de Müller, qui peut se formuler par l'équation

$$\frac{\mathrm{I}t}{\mathrm{I}'t'} = \frac{\sqrt{c^3}}{\sqrt{c'^3}},$$

c, c' représentant les diamètres de deux électro-aimants dont l'un c' sert de type de comparaison, et qu'on suppose placé dans des conditions convenables; I, I' les intensités des courants; t, t' les nombres de tours de spires des deux hélices.

» Nous avons vu de plus que, pour obtenir les valeurs de t et de t' en fonction de quantités connues, j'avais eu recours aux formules dérivées des conditions de maximum des électro-aimants par rapport à leur bobine magnétisante qui donnent

$$t = \frac{mc^2}{g^2}, \quad \mathrm{R} = \frac{2\pi c^3 m}{g^2}, \quad \mathrm{I} = \frac{\mathrm{E}}{\mathrm{R} + \frac{2\pi c^3 m}{g^2}};$$

(1) *Comptes rendus*, t. LXXVII, p. 347.

m représentant le coefficient par lequel il faut multiplier le diamètre c pour obtenir la longueur du fer de l'électro-aimant; g désignant le diamètre du fil recouvert de son enveloppe isolante, R la résistance du circuit extérieur et E la force électromotrice totale (1).

» Quand le conducteur du circuit extérieur est dans les mêmes conditions que le fil qui constitue l'hélice de l'électro-aimant, R n'a pas besoin d'être réduit en fonction de g pour fournir la valeur de t; mais il n'en est plus de même si, le fil ayant un diamètre indéterminé, R est exprimé en unités d'une résistance autre que celle qui peut servir de mesure de longueur à ce fil. Il devient alors nécessaire de réduire R en fonction de g, du moins pour l'évaluation de t. Or, comme cette réduction a pour expression $\frac{q\mathrm{R}g^2}{f^2}$ (q représentant une longueur égale à 375000, quand R est exprimé en unités de fil télégraphique de 4 millimètres de diamètre, et f étant le coefficient par lequel il faut diviser g pour obtenir le fil dépourvu de sa couverture de soie), on arrive à avoir pour valeur de t

$$t = \frac{mc^2\sqrt{q\mathrm{R}}}{\sqrt{f^2 2\pi c^3 m}} = \sqrt{c}\,\frac{\sqrt{\mathrm{R}}}{f}\,\frac{m\sqrt{q}}{\sqrt{2\pi m}}.$$

» La seconde partie du second membre de cette équation, étant une constante, peut être calculée avec les quantités connues résultant des données fournies par l'électro-aimant type, et qui sont $\frac{\sqrt{c'^3}}{\mathrm{I}'t'}$; de sorte que l'on arrive à l'expression simple

$$c = \frac{\mathrm{E}}{f\sqrt{\mathrm{R}}}\left(\frac{m\sqrt{c'^3 q}}{2\mathrm{I}'t'\sqrt{2\pi m}}\right),$$

qui peut encore se débarrasser du facteur f, si l'on considère que, en faisant pour $\mathrm{I}'t'$ ce que l'on a fait pour $\mathrm{I}t$, on arrive à l'équation

$$c = c'\,\frac{\mathrm{E}}{\mathrm{E}'}\,\frac{\sqrt{\mathrm{R}'}}{\sqrt{\mathrm{R}}}\,\frac{f'}{f}.$$

Or la quantité entre parenthèses du second membre de l'avant-dernière équation peut être aisément calculée, et, d'après les conditions de l'électro-aimant type que j'ai employé, elle est égale à 0,0000288 quand f ne figure pas dans la formule, ou à 0,00004394 quand cette quantité y est repré-

(1) Voir *Comptes rendus*, t. LXXVI, p. 1405.

sentée, ce qui est d'ailleurs inutile, puisque le rapport $\frac{f'}{f}$ est sensiblement égal à 1.

» Il résulte de cette formule plusieurs conséquences importantes, qui peuvent se traduire ainsi :

» 1° *Pour des résistances de circuit égales, les diamètres d'un électro-aimant doivent être proportionnels aux forces électromotrices.*

» 2° *Pour des forces électromotrices égales, ces diamètres doivent être en raison inverse de la racine carrée de la résistance du circuit extérieur, y compris la résistance de la pile.*

» 3° La valeur de ces diamètres, en supposant que la résistance R du circuit extérieur soit exprimée en unités métriques de fil télégraphique de 4 millimètres et que la valeur de E soit calculée dans l'hypothèse que la force électromotrice d'un élément Daniell est représentée par 5973, a pour expression

$$c = \frac{E}{\sqrt{R}} 0,0000288\ldots \text{ mètres,}$$

et le chiffre que l'on obtient représente des fractions du mètre.

» 4° En n'employant pour valeur de E que le rapport de la force électromotrice donnée à celle de l'élément Daniell prise pour unité, la formule devient

$$c = \frac{E}{\sqrt{R}} 0,172175\ldots \text{ mètres,}$$

et la valeur de R doit toujours être exprimée en unités métriques de fil télégraphique.

» 5° En rapportant les valeurs de E et de R au système coordonné des mesures électriques de l'Association Britannique, c'est-à-dire au *volt* ou unité de force électromotrice qui représente les $\frac{9}{10}$ de la force de l'élément Daniell, et à l'*ohm* qui équivaut à 100 mètres de fil télégraphique de 4 millimètres de diamètre, la formule devient

$$c = \frac{E}{\sqrt{R}} 0,015957\ldots \text{ mètres,}$$

ou, en estimant ce diamètre en *mils*, mesure anglaise qui représente des millièmes de pouce,

$$c = \frac{E}{\sqrt{R}} 628,223\ldots \textit{ mils.}$$

» D'après ces formules, on pourra savoir que le diamètre le plus conve-

nable d'un électro-aimant devant fonctionner sous l'influence d'un élément de Bunsen (moyen modèle), sur un circuit n'ayant guère d'autre résistance que celle de l'électro-aimant, devra être

$$c = \frac{1,86}{\sqrt{57}} 0,172175 = 0^{m},0424 \quad \text{ou} \quad 1^{p},674 \textit{ mils}.$$

» De même, un électro-aimant qui devra être interposé sur un circuit de 118620 mètres et qui devra fonctionner sous l'influence d'une pile de Daniell de 20 éléments devra avoir un diamètre représenté par

$$c = \frac{20}{\sqrt{118620}} 0,172175 = 0^{m},01,$$

ou, en partant des unités anglaises,

$$c = \frac{21^{v},58}{\sqrt{1186,2}} 0,015957 = 0^{m},01 = 393,7 \textit{ mils}.$$

» Le diamètre c étant obtenu, la longueur totale des deux bobines de l'électro-aimant devient, pour le premier, 51 centimètres, soit $25\frac{1}{2}$ centimètres pour chacune des branches, et, pour le second, 12 centimètres, soit 6 centimètres pour chaque bobine.

» La grosseur du fil peut, comme je l'ai déjà dit, se déduire de l'équation suivante, quand c est déterminé (*),

$$g = \sqrt{f\sqrt{\frac{c^3}{R}}\, 0,00002106\ldots} \text{ mètres};$$

ce qui donne, pour le premier électro-aimant, $g = 0^{m},004865$, y compris la couverture isolante, et $0^{m},00336$ sans cette couverture. La longueur du fil est, avec ce diamètre, $242^{m},8$, et cette quantité, réduite en fil télégraphique (en divisant par 6 et en multipliant par le rapport des sections), donne bien les 57 mètres exprimant la valeur de R. Pour le second électro-aimant, ces valeurs sont $g = 0,0002597$ avec la couverture isolante, et 0,0001583 sans cette couverture, avec une longueur de fil de $1116^{m},7$.

» La force attractive de ces deux électro-aimants, avec un écartement de l'armature de 1 millimètre, et en partant de la force de l'électro-aimant

(*) Le coefficient de cette formule était un peu faible dans celle que j'ai donnée t. LXXVII, p. 351 des *Comptes rendus*. Cela provenait de ce que j'avais exprimé le rapport des conductibilités du fer et du cuivre plus fort qu'il ne l'est pratiquement, et que le diamètre du fer était au-dessous de sa valeur réelle.

type, qui est 25 grammes pour un circuit de 118620 mètres, est, pour le premier, $23^{kg},112$, et, pour le second, $26^{gr},85$; c'est du moins la force qui résulte des lois de MM. Dub et Müller, représentées par la formule

$$\frac{F}{F'} = \frac{I^2 t^2 c^{\frac{3}{2}}}{I' t'^2 c'^{\frac{3}{2}}}.$$

» Ces différentes formules montrent pourquoi les électro-aimants qui doivent être interposés sur de longs circuits doivent avoir de petites dimensions et être enroulés de fil fin, et pourquoi, au contraire, ils doivent en avoir de très-fortes quand le circuit est court.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Procédé pour préparer l'alcool amylique actif;* par M. **J.-A. Le Bel.**

« M. Pasteur, en soumettant le sulfoamylate de baryte, fait avec l'alcool amylique du commerce, à une série de cristallisations successives et fractionnées, en a séparé deux sulfosels dont la décomposition fournit un alcool amylique inactif, bouillant à 29 degrés, entièrement pur, dont la constitution est bien établie, et un alcool actif, ayant un pouvoir rotatoire de 20 degrés environ pour une colonne de 50 centimètres. Ce dernier alcool a été moins bien étudié, à cause de la difficulté de sa préparation; il bout, d'après M. Pasteur, à 27 ou 28 degrés; l'absence de caractères chimiques qui le distinguent de son isomère inactif l'a même fait considérer comme un état d'isomérie physique de ce dernier. Il perd son pouvoir rotatoire quand on le distille à plusieurs reprises sur la potasse. Cependant M. Erlenmayer a constaté que le valérianate d'amyle, résidu de la préparation de l'acide valérianique, renferme l'alcool actif semblable à celui de M. Pasteur; ce fait suffit pour prouver que certaines réactions chimiques des deux alcools ne sont pas les mêmes.

» En cherchant un procédé pour préparer l'alcool actif, j'ai eu l'occasion d'étudier la cause de l'anomalie que présentent le chlorure d'amyle, légèrement lévogyre, l'iodure et le bromure du même radical, notablement dextrogyres. Comme il est difficile d'admettre que ces trois corps, composés d'un même nombre de molécules groupées de la même manière, aient des rotations en sens inverse, il y avait lieu de croire que cette différence provenait de la diversité des modes de préparation des trois éthers haloïdes.

» En effet, les deux premiers éthers s'obtiennent par l'action du bro-

mure ou de l'iodure de phosphore, tandis que le chlorure d'amyle est préparé le plus souvent par le procédé indiqué par M. Balard, procédé consistant à distiller avec de l'acide chlorhydrique, et à décanter la couche huileuse, qui est redistillée et lavée à l'acide chlorhydrique pour enlever l'alcool restant. J'avais observé que le chlorure d'amyle ainsi obtenu contient un peu d'alcool amylique; car, si on le chauffe en vase clos avec des fragments de potasse, il y a formation d'un peu d'alcool potassé, lequel, réagissant sur le chlorure d'amyle, donne du chlorure de potassium et de l'éther amylique; en prenant des équivalents égaux de chlorure et d'alcool amylique, on peut même préparer l'éther amylique aussi facilement qu'avec l'iodure.

» Pour purifier le chlorure amylique en se mettant à l'abri des erreurs pouvant résulter de la présence de l'alcool, on l'a chauffé à 110 degrés, après l'avoir saturé avec de l'acide chlorhydrique gazeux; ensuite on a neutralisé et séché de nouveau; la rotation observée alors s'est trouvée nulle, au lieu d'être à gauche comme auparavant. Cette différence, très-faible du reste, 10 minutes environ pour 10 centimètres, était due à une élimination partielle de l'alcool amylique; pour en supprimer les dernières traces, on a employé successivement deux moyens :

» 1° Agiter avec l'acide sulfurique, qui, se combinant avec l'alcool, laisse surnager le chlorure d'amyle préexistant.

» 2° Traiter par le perchlorure de phosphore qui, outre le chlorure tout formé, fournit une nouvelle quantité d'un nouveau chlorure aux dépens de l'alcool amylique subsistant encore.

» Le mélange de ces deux chlorures était plus actif que le chlorure primitif isolé par la première méthode; il s'ensuit que le chlorure obtenu aux dépens de l'alcool est lui-même plus actif, et il devait en être de même pour l'alcool amylique non attaqué primitivement et qui l'a fourni.

» Le calcul des différences de rotation montre, en effet, qu'il faudrait supposer, dans le chlorure impur, $\frac{1}{10}$ d'alcool ordinaire, pour que la transformation de celui-ci produisît le changement observé dans le pouvoir rotatoire; comme une pareille quantité d'alcool ne pouvait exister après des rectifications soigneusement faites, cet alcool et son chlorure devaient être plus actifs.

» Il restait à isoler l'alcool non transformé et à mesurer directement son pouvoir rotatoire.

» En employant l'acide chlorhydrique en dissolution pour éthérifier l'alcool amylique, il y a une perte notable de cet alcool, retenu en disso-

lution dans la couche d'acide affaibli sur laquelle surnage le chlorure à la fin de la réaction; on a donc employé exclusivement le gaz chlorhydrique, quoique la présence de l'eau n'empêche pas l'alcool inactif de s'éthérifier d'abord. La réaction avait lieu dans un appareil à reflux; de temps en temps, on distillait la portion volatile avant 120 degrés, qui contenait du chlorure et de l'alcool amylique, de l'eau et un excès de gaz chlorhydrique. Ce dernier était, en majeure partie, éliminé par une seconde distillation; on saturait le restant d'acide par du carbonate de potasse en excès et l'on décantait la couche huileuse renfermant l'alcool et le chlorure amylique. Après dessiccation, on les séparait par fractionnement et l'alcool rentrait dans l'appareil. Quand il ne reste plus qu'une petite quantité d'alcool, il est avantageux de le saturer à froid d'acide chlorhydrique et d'accomplir la réaction en chauffant au bain-marie dans de grands matras scellés. L'emploi d'un grand autoclave doublé de plomb permettrait probablement de terminer en quelques jours toute la série de ces opérations.

» Dans ces expériences, on est parti d'un alcool du commerce qui, débarrassé de la majeure partie de ses impuretés, par distillation dans l'appareil à boules, tournait de $-1°58'$. Après avoir transformé en chlorure près de $\frac{9}{10}$ de la masse primitive, on a eu un seul alcool, tournant de $4°32'$ pour 10 centimètres. (Ces mesures, prises avec l'appareil de M. A. Cornu, se rapportent au rayon jaune du sodium.) Dans la dernière opération, la rotation avait encore augmenté de plus de 20 minutes; cela prouve que, quoique beaucoup d'alcool se transforme en chlorure, on peut obtenir un alcool notablement plus actif en continuant le même traitement. Le pouvoir rotatoire de l'alcool actif ainsi obtenu est de $22°\frac{1}{2}$ pour 50 centimètres, celui de M. Pasteur étant de 20 degrés environ. Cette identité pourrait faire croire que le corps approchait de l'état de pureté; néanmoins il est douteux, *a priori*, que l'une ou l'autre méthode puisse produire une séparation complète; car l'eau mère dont M. Pasteur a extrait le sulfoamylate actif renfermait évidemment du sel inactif, et, dans le procédé actuel, les deux alcools se trouvant éthérifiés, il doit arriver qu'ils se combinent à l'acide chlorhydrique dans la proportion où ils sont mélangés.

» Quant aux chlorures, les premiers obtenus tournaient à droite de 10 minutes, et les derniers de $1°4'$; on voit que l'alcool actif se transforme également en chlorure, et cela d'autant plus facilement qu'il se trouve en plus petite proportion. Le point d'ébullition de l'alcool actif paraît être de 127 degrés; celui de son chlorure, d'environ 97 degrés, notablement inférieur à celui du chlorure inactif. Comme généralement les éthers iodhydriques

isomériques manifestent des différences plus marquées entre leurs points d'ébullition, on a transformé entièrement de l'alcool tournant de 4°7′ en iodure d'amyle. Ce liquide a commencé à bouillir à 142 degrés; la moitié a passé avant 145 degrés, et vers la fin le thermomètre marquait 149 degrés, point d'ébullition de l'iodure inactif. Il suit de là que, malgré la coïncidence du pouvoir rotatoire de l'alcool obtenu avec celui obtenu par M. Pasteur, on doit considérer les liquides qui tournent de 4 degrés par 10 centimètres comme des mélanges renfermant encore une certaine proportion d'alcool actif. On peut, par la distillation, purifier encore l'iodure d'amyle actif, qui finit par passer entre 144 et 145 degrés. La réaction observée alors est de 8°40′. Ce dérivé est le plus riche en produits actifs que l'on ait préparé jusqu'ici. Je me réserve de poursuivre l'étude de l'alcool actif et de ses dérivés, ainsi que l'action sur l'alcool brut de quelques autres acides qui paraissent également avoir le pouvoir d'opérer une séparation.

» Ces recherches ont été faites au laboratoire de M. Würtz. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *De l'influence qu'exercent certains gaz sur la conservation des œufs;* par M. **F.-C. Calvert** (1).

« Je prends la liberté de communiquer à l'Académie quelques résultats d'un travail sur la décomposition des œufs, dont je m'occupe depuis deux ans.

» *Action de l'oxygène sur les œufs.* — L'oxygène agit très-différemment selon qu'il est sec ou humide : si l'on place dans l'oxygène sec un œuf entier, il n'est aucunement altéré; mais, si ce gaz est humide, on voit, au bout de peu de temps (trois semaines ou un mois), l'œuf se recouvrir d'une moisissure blanche composée de filaments de 1 centimètre environ, et que je pense être le *Penicillium glaucum* ou un *Mycelium*. Vient-on à casser cet œuf, on reconnaît que son contenu n'a subi aucune décomposition, quoique l'examen des gaz de l'appareil révèle la formation d'une notable quantité d'acide carbonique et d'un peu d'azote, ainsi qu'on le voit dans le tableau ci-après.

---

(1) Les deux Notes suivantes de M. Crace Calvert avaient été adressées par lui, il y a quelque temps, à l'un de ses amis, pour être communiquées à l'Académie; des circonstances particulières en ont retardé le dépôt au Secrétariat. M. le Secrétaire perpétuel apprend à l'Académie que M. Crace Calvert, à son retour de Vienne, vient de succomber à une fièvre typhoïde : il se fait l'interprète des sentiments de regrets qu'inspire aux amis de la Science cette perte prématurée.

» Ces résultats se trouvent grandement modifiés si l'on fait, à l'extrémité de l'œuf, un petit trou avec une aiguille très-fine. Dans ce cas, l'œuf placé dans l'oxygène sec se décompose, et donne naissance à une plus grande quantité d'azote et d'acide carbonique. On remarque, en outre, un peu de mycélium sur la surface de l'œuf, et son contenu, qui est devenu putride, renferme une très-grande quantité de vibrions et de microzymas. Dans l'oxygène humide, la décomposition est encore plus complète, ainsi que le prouve l'analyse du mélange gazeux : non-seulement le *Penicillium* recouvre la surface de l'œuf, mais il a pénétré à l'intérieur et altéré l'apparence de l'albumine, en lui communiquant un aspect crémeux; dans le jaune, on remarque des microzymas, mais pas de vibrions. Cela tient, comme nous l'ont prouvé d'autres expériences, à ce que le *Penicillium* empêche le développement des vibrions, soit par sa présence seule, soit par l'acide carbonique qu'il produit.

» *Azote.* — Dans ce gaz humide, des œufs, soit percés, soit intacts, peuvent se conserver pendant trois mois. Les œufs entiers se recouvrent d'un léger duvet de *Penicillium,* mais l'intérieur reste sain. Avec les œufs percés, le contenu est un peu décomposé : on n'y observe au microscope aucun filament de *Penicillium*, mais on y trouve des vibrions; il ne se produit aucun gaz étranger.

» *Hydrogène.* — Dans ce gaz, les œufs, soit entiers, soit percés, se recouvrent d'un léger duvet, mais l'intérieur reste sain.

» *Acide carbonique.* — Les œufs, soit intacts, soit percés, se sont conservés parfaitement. Il n'a paru sur la surface aucune trace de *Penicillium*. Le résultat est le même, que l'acide carbonique soit sec ou humide.

» Le gaz d'éclairage a donné les mêmes résultats que l'acide carbonique.

Action de l'oxygène.

	Composition de l'atmosphère dans laquelle se trouvent les œufs au bout de trois mois.			
	OEufs entiers.		OEufs percés.	
	Oxygène sec.	Oxygène humide.	Oxygène sec.	Oxygène humide.
Oxygène..........	100,00	85,25	70,33	48,06
Acide carbonique...	0,00	13,65	22,62	41,79
Azote............	0,00	1,00	7,05	10,15
	100,00 (1)	100,00	100,00	100,00

(1) Ce résultat n'est pas d'accord avec d'anciennes observations que j'ai eu l'occasion de faire. (*Note de M. Dumas.*)

Action de l'acide carbonique.

	Composition de l'atmosphère dans laquelle se trouvent les œufs au bout de trois mois.	
	OEufs entiers.	OEufs percés.
Acide carbonique..........	100,00	98,12
Azote....................	0,00	1,88
	100,00	100,00 »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *De l'influence de quelques substances sur la conservation des œufs.* Note de M. **F.-C. Calvert.**

« J'ai plongé des œufs récemment pondus dans des solutions faibles (à $\frac{1}{500}$) de chlore, d'hypochlorite de chaux, de sulfite de chaux et d'acide phénique. Ces expériences, que j'ai commencées le 18 avril, ont été terminées le 12 décembre 1871.

» *Chlore.*— Des œufs plongés dans une solution de chlore, contenue dans un flacon bouché à l'émeri, se sont parfaitement conservés et, le 12 décembre, lorsqu'on les a retirés de la solution, ils ne présentaient aucun changement visible; mais, les ayant replongés dans le même liquide en laissant le flacon ouvert, on a observé, le 19 du même mois, qu'ils étaient recouverts de *Penicillium glaucum.*

» *Hypochlorite de chaux.* — Les œufs plongés dans cette solution furent d'abord examinés au bout de dix jours; le 28 avril, ils étaient couverts de *Penicillium;* le 8 mai, ils étaient apparemment dans le même état, mais le *Penicillium* avait augmenté notablement, et le 8 juin, lorsqu'on termina cette expérience, on remarqua à travers la coquille que le jaune s'était déplacé et l'observation microscopique révéla dans l'intérieur de l'œuf la présence de nombreux filaments de *Penicillium.*

» *Eau de chaux.* — Ces œufs furent examinés aux mêmes dates que les précédents. Dans le premier examen, on ne constata aucun changement; au second, on trouva les œufs couverts de *Penicillium* et, le 8 mai, ils contenaient en outre, à l'intérieur, d'autres moisissures. Leur contenu s'était décomposé; le blanc contenait beaucoup de *Penicillium* et le jaune une grande quantité de microzymas.

» Le sulfite de chaux a donné les mêmes résultats.

» *Acide phénique.* — Les œufs plongés dans cette solution n'ont présenté aucun changement jusqu'au 8 juin. A cette époque ils étaient légèrement recouverts de *Penicillium;* mais l'intérieur était parfaitement sain. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Métamorphisme et mutabilité physiologique de certains microphytes sous l'influence des milieux; relation de ces phénomènes avec la cause initiale des fermentations; zymogénèse intracellulaire.* Note de M. **J. Duval**, présentée par M. Ch. Robin.

« Les recherches que j'ai entreprises, depuis neuf années, sur la micrographie aérienne et sur la fermentation alcoolique, m'ont amené à conclure (1) :

» 1° Que l'air, bien qu'il soit le réceptacle d'une multitude de germes, d'origine principalement végétale, ne recèle aucune cellule type permettant d'affirmer qu'elle est le représentant non douteux d'une levûre, ayant déjà accompli antérieurement sa mission de dédoublement sur une matière fermentescible quelconque;

» 2° Que, quoi qu'il en soit, l'air est bien le véhicule le plus approprié à la genèse et à la dissémination des ferments dans les milieux fermentescibles ou putrescibles, mais qu'il faut toutefois établir cette restriction fondamentale, à savoir que : *si l'atmosphère charrie tous les éléments nécessaires propres à façonner ces mêmes ferments, ceux-ci n'en sont que l'ébauche première et n'y existent pas tout faits et immédiatement prêts à agir.*

» C'est de la fausse interprétation des faits que sont nées ces discussions interminables sur l'hétérogénie et la panspermie. Lorsque les partisans de la spontéparité disaient à leurs adversaires : « Montrez-nous vos prétendus » germes? » ils demandaient surtout qu'on leur fît voir, d'une façon palpable, une levûre déterminée ou bien le corps reproducteur d'un microzoaire bien connu. L'argument des spontéparistes est resté debout et les homogénistes, malgré les expériences les plus décisives en leur faveur, n'ont pu convaincre, jusqu'à l'évidence, nos premiers maîtres en micrographie. Sans la *mutabilité*, l'hétérogénie est une négation sans fondement, la panspermie une affirmation vague; avec elle, les deux doctrines fusionnent et se confondent.

---

(1) Ce résumé porte sur les travaux originaux suivants : 1° *Causerie sur une expérience de micrographie aérienne, à propos des générations dites spontanées*, Neufchâtel-en-Bray, 1864; 2° *Des ferments organisés, de leur origine, etc.*, thèse couronnée par la Société de Pharmacie de Paris, en 1869, et reproduite en partie dans le *Journal de Pharmacie et de Chimie*, 55e année, 4e série, t. X, 1869; 3° *Mémoire sur la mutabilité des germes microscopiques et la question des fermentations*, dans le *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie* de M. Ch. Robin, p. 400; juillet 1873.

» Sporules de Mucédinées diverses, spores de Cryptogames d'un ordre plus élevé, débris microscopiques d'Algues desséchées, tels sont les seuls éléments qui, *dans l'air en mouvement*, participent à la génération des ferments végétaux. De cellule microdermique constituée ferment actif, il n'y en a pas une seule, l'observation microscopique le démontre, l'expérience physiologique le contrôle (1).

» Un jus sucré naturel, soumis à l'ébullition ou simplement filtré avec soin, étant abandonné au libre contact de l'air, *ne donne jamais lieu à la fermentation d'emblée*, et les corpuscules qui tombent à sa surface, si on ne les force pas à choir mécaniquement au fond des vases pour les priver de l'oxygène de l'air, s'y développent constamment sous forme de moisissures, de mucors ou de ramifications byssoïdes. Le même être qui produit la combustion du sucre, en croissant sous forme d'expansions mycéliales, produira plus tard son simple dédoublement en alcool et acide carbonique; mais alors il ne vivra plus de la vie aérienne, et son accroissement se fera par bourgeonnement. Jusqu'ici, toutefois, le phénomène est aussi obscur que la panspermie pure et simple l'est elle-même, et, avant d'aller plus loin, il importe de se demander en vertu de quelle loi et par quel mécanisme la spore de la Mucédinée, être à fonction normalement comburante, devient, en certaines circonstances, simple organisme ferment.

» L'état purement cellulaire de certains êtres microscopiques, en tant qu'utricules azotés, ploie ces infiniment petits à des fonctions multiples, et c'est en raison même de cette simplicité de structure qu'il est permis aux microphytes les plus infimes de modeler leurs formes, comme leurs attributions, sur le terrain qui doit leur servir d'aliment et de support (2).

» Deux méthodes, également accessibles à l'expérience, démontrent la mutabilité des germes microscopiques : la première, c'est l'observation optique directe; la seconde, c'est le phénomène chimique. J'ai pu observer et suivre toutes les phases du métamorphisme cellulaire sur plusieurs sémi-

---

(1) On a pris trop peu en considération les conditions physiques auxquelles les êtres ferments devraient répondre, dans la supposition prématurée de leur migration incessante dans l'atmosphère. Ces conditions, qui sont, pour les sporules végétales, leur faible densité relative, le peu d'hygrométricité de leur membrane histologique et surtout leur réductibilité en atomes impalpables, sous les influences divisantes les plus légères, ces propriétés essentielles, dis-je, n'appartiennent pas aux ferments.

(2) A quelles bornes s'arrêtent la loi du métamorphisme et la mutabilité physiologique dont j'ai pu appliquer quelques cas à l'étude des fermentations? Cette loi, sans doute, est plus étendue qu'on ne le suppose; j'avoue cependant qu'il me serait impossible de la délimiter.

nules récentes de Mucédinées exosporées. En emprisonnant celles-ci sous une lamelle de verre en présence d'un peu de suc de raisin bouilli et filtré, et, mieux, en présence de décoction de levûre sucrée et limpide, j'ai vu ces séminules s'accroître par bourgeonnement. L'expérience m'a toujours réussi *avec les poussières de l'air*, et je ferai remarquer que, quant aux grains de fécule, aux cellules polliniques et aux granulations moléculaires libres, entraînées en même temps que les autres particules organisées, aucune de ces dépouilles pulvérulentes n'a éprouvé de modification morphogénique pendant les nombreuses épreuves que j'ai tentées à cet égard.

» Les poussières atmosphériques, récoltées telles quelles sur des ballons remplis de glace, ou bien des sporules déterminées et exemptes de tout organisme étranger, ayant été ensemencées dans des matras à moitié pleins de liquides sucrés dont j'avais à l'avance assuré la stérilité par les procédés de M. Pasteur, ont déterminé dans ceux-ci des phénomènes de fermentation continue; et, toutes les fois que j'ai opéré sur des liqueurs légèrement acides, j'ai obtenu la formation de levûre normale en même temps que le dégagement d'acide carbonique et production d'alcool (1).

» Des faits non moins curieux de mutabilité, et ceux-là ne permettent nulle équivoque, m'ont été fournis par les cellules globuleuses d'un certain nombre d'Algues d'ordre inférieur. Je citerai principalement, comme ayant donné sous mes yeux les plus beaux exemples de genèse intrazymique, le *Palmella cruenta*, le *Protococcus viridis* (*major*), et l'*Hæmatococcus*.

» Ayant ensemencé, l'hiver dernier, avec les cellules de ce dernier microphyte, du suc de raisin blanc, resté sans altération depuis cinq mois, j'ai obtenu, au bout de quatre jours, une fermentation énergique. Le sixième jour, je recueillais un gaz entièrement absorbable par la potasse, et, au bout de trois semaines, la température ambiante ayant été maintenue à 28 degrés C., je recueillis un vin de bon goût, titrant 13 pour 100 d'alcool absolu et dépouillé de toute trace d'acide acétique. A l'ouverture du ballon, la levûre formée différait complétement de la levûre habituelle du raisin.

(1) J'ai consigné ces expériences dans ma thèse inaugurale sur les *Ferments organisés* (1869), et je me permets de demander à l'Académie de bien vouloir enregistrer cette date, des épreuves, en tout semblables aux miennes, n'ayant été relatées pour la première fois, par M. Pasteur, qu'en 1872, à propos de sa discussion avec M. Fremy sur l'origine des levûres, discussion engagée, d'ailleurs, au sein même de cette Académie.

» La transformation de certains êtres rudimentaires en levûres hétéromorphes est donc un fait acquis à l'expérience (1). »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur le fonctionnement de l'appareil respiratoire après l'ouverture de la paroi thoracique.* Note additionnelle, par MM. **G. Carlet** et **J. Strauss**, présentée par M. Milne Edwards.

« Nous désirons compléter, par quelques éclaircissements historiques, notre Communication sur le fonctionnement des poumons après l'ouverture du thorax (2). Le fait du développement du poumon, au moment de l'effort, malgré l'ouverture du thorax, a été déjà mis en lumière par Malgaigne, dans ses recherches sur la *hernie du poumon* dans les plaies pénétrantes de poitrine. Sur le malade même qui a fait l'objet de nos recherches, M. Béhier constatait l'existence du murmure vésiculaire, distinct quoique affaibli, immédiatement après l'opération de l'empyème, preuve évidente que le poumon continuait à se développer malgré la libre pénétration de l'air extérieur dans la plèvre. Enfin, l'année dernière, pareillement à la clinique de l'Hôtel-Dieu, sur un malade auquel on avait pratiqué l'opération de l'empyème, MM. Ball et Liouville ont observé, à chaque mouvement d'inspiration, l'apparition du poumon derrière les lèvres de la plaie. Le développement pulmonaire, malgré l'ouverture de la plèvre, était donc cliniquement constaté, tant au moment de l'effort que dans la respiration ordinaire. Nos recherches ont fourni une nouvelle preuve, la preuve graphique, et en même temps la mesure exacte de ce développement. »

HISTOLOGIE. — *Propriétés et structures différentes des muscles rouges et des muscles blancs, chez les Lapins et chez les Raies.* Note de M. **L. Ranvier**, présentée par M. Cl. Bernard.

« Les anatomistes savent depuis longtemps que, chez certains animaux, il y a deux espèces de muscles : des muscles rouges et des muscles pâles. Ainsi, chez le Lapin, le muscle demi-tendineux est un muscle rouge, tandis que le vaste interne, dans lequel il se trouve logé, est un muscle

(1) L'étude des fermentations s'ouvre donc sous un nouveau jour, et j'ai dit ailleurs tout le parti qu'on pourrait, sans doute, tirer industriellement de ces nouvelles inductions physiologiques autant pour la fabrication que pour la conservation des vins.

(2) *Comptes rendus*, 29 septembre 1873.

pâle (1); les adducteurs de la cuisse présentent un mélange de fibres rouges et de fibres pâles.

» Chez les Poissons, on trouve aussi cette distinction en muscles rouges et en muscles pâles, et chez quelques-uns, les Raies et les Torpilles, par exemple, il y a des muscles formés des deux espèces de fibres.

» Cette différence de coloration des muscles ne provient pas de la quantité variable de sang contenue dans leur système capillaire; en effet, si l'on fait passer dans les vaisseaux un courant de sérum artificiel, les muscles blancs deviennent encore plus pâles, tandis que les muscles rouges gardent leur coloration; celle-ci tient donc à la fibre musculaire elle-même.

» Nous avons étudié ces muscles chez les Lapins et chez les Raies, et nous avons reconnu des différences aussi bien dans leurs propriétés que dans leur structure.

» *Propriétés physiologiques.* — Le muscle demi-tendineux du Lapin, mis à nu et excité avec un courant électrique interrompu, se raccourcit peu à peu et progressivement; une fois tétanisé, il reste raccourci tant que l'excitation est continuée, sans communiquer de secousses à la pince électrique et à la main qui la tient, comme en donnent les muscles striés ordinaires. Lorsque l'excitation cesse, le muscle revient peu à peu à sa longueur primitive.

» Les muscles blancs du Lapin, excités avec le même courant, se contractent au contraire brusquement, et pendant toute la durée de l'excitation ils sont agités de secousses correspondant aux interruptions du courant. Lorsque l'excitation cesse, ils reviennent brusquement à leur longueur primitive.

» Sur un Lapin dont le bulbe a été sectionné et auquel on pratique la respiration artificielle, le nerf sciatique est coupé en deux points, à sa sortie de l'échancrure sciatique et au tiers supérieur de la cuisse; le tronçon de nerf coupé contient des fibres qui se rendent au vaste interne et au demi-tendineux. L'excitant électrique appliqué à ce nerf fait contracter ces deux muscles à la fois et différemment; chacun se comporte de la façon que nous avons décrite plus haut.

» Les Raies possèdent, entre autres muscles rouges, de petits faisceaux musculaires, en forme de fuseaux, situés sous la peau de la région dor-

(1) Dans son ouvrage sur l'anatomie du Lapin, Krause signale ces différences dans la coloration des muscles. (*Die Anatomie des Kaninchens*, p. 119; 1868.)

sale; chacun de ces faisceaux correspond à un intervalle entre deux arêtes cartilagineuses; ils reposent sur des masses de muscles pâles. Ces muscles rouges isolés se comportent, sous l'influence de l'excitation électrique, comme les muscles rouges du Lapin. Les muscles pâles qui se trouvent au-dessous présentent les mêmes phénomènes que les muscles blancs du Lapin. Si l'on découvre chez une Raie le gros nerf de la nageoire latérale et qu'on l'excite, les muscles rouges et les muscles blancs auxquels il se distribue se comportent comme leurs analogues chez le Lapin.

» Nous devons à l'obligeance de M. Marey, qui a bien voulu mettre à notre disposition ses instruments et son concours, d'avoir obtenu le tracé graphique de ces contractions musculaires; il confirme parfaitement les observations que nous avions faites d'abord, et nous permet d'y ajouter quelques détails.

» Chez un Lapin, le muscle demi-tendineux et le vaste interne sont excités au même moment par l'intermédiaire du nerf sciatique. Les courbes fournies alors par les deux muscles n'ont pas leurs points de départ sur la même verticale; celle du demi-tendineux présente un retard notable, ce qui montre que le *temps perdu* des muscles rouges est plus considérable que celui des muscles pâles.

» Les muscles blancs, excités directement par un courant interrompu dont on n'a pas déterminé exactement la fréquence des interruptions, donnent un tracé composé d'une série de zigzags ou de crochets correspondant aux interruptions du courant. Les muscles rouges, excités par le même courant, interrompu aux mêmes intervalles, donnent une courbe continue qui atteint une certaine hauteur correspondant à la contraction tétanique et s'y maintient pendant tout le temps que dure l'excitation. Lorsque celle-ci cesse, la courbe redescend lentement. Si l'appareil est disposé de manière à diminuer le nombre des interruptions dans l'unité de temps, on constate, dans la partie ascendante de la courbe générale du muscle rouge, trois ou quatre ondulations à peine marquées, correspondant aux interruptions du courant. Au contraire, si l'on fait agir sur les muscles blancs un courant à interruptions très-rapprochées, le muscle est tétanisé, comme l'est le muscle rouge par un courant à interruptions plus rares. Il faut ajouter que les muscles rouges perdent leur excitabilité après la mort plus rapidement que les muscles blancs.

» *Structure*. — Chez le Lapin, les faisceaux musculaires blancs et rouges ont les mêmes diamètres, $0^{mm},040$ à $0^{mm},060$. Les faisceaux blancs présentent une striation transversale très-nette, tandis que la striation longitu-

dinale y est à peine distincte; les rouges, au contraire, ont des stries longitudinales très-apparentes, tandis que les stries transversales, au lieu d'être rectilignes, comme dans les muscles pâles, y forment des lignes brisées. Il résulte de cette disposition que les faisceaux primitifs des muscles rouges, vus suivant leur longueur, ont un aspect granuleux.

» Colorés avec le carmin, les faisceaux primitifs des muscles rouges présentent des noyaux très-abondants et disposés en séries longitudinales, tandis qu'ils sont épars dans les faisceaux des muscles pâles.

» Sur des coupes transversales des muscles, on reconnaît facilement les noyaux qui existent à la face supérieure de la coupe de chaque faisceau primitif. Les faisceaux des muscles pâles montrent, immédiatement au-dessous du sarcolemme, les noyaux aplatis au nombre de 1 à 4 pour chaque faisceau. Des préparations semblables des muscles rouges nous laissent voir 4 à 9 noyaux pour chaque faisceau. De plus, ces noyaux sont sphériques et logés dans de petites dépressions creusées dans la substance musculaire. Il n'est pas rare de rencontrer des faisceaux de muscles rouges possédant des noyaux au milieu même de leur substance.

» Chez les Raies, les muscles rouges, dont j'ai parlé plus haut, ont des faisceaux beaucoup plus minces que les blancs. Une Raie, longue de 90 centimètres, m'a présenté des faisceaux rouges dont le diamètre était de $0^{mm},060$ à $0^{mm},090$, et les faisceaux blancs de $0^{mm},150$ à $0^{mm},180$ de diamètre; les deux ordres de faisceaux montrent la même différence de striation que les muscles du Lapin.

» Chez les Raies, les Torpilles et d'autres Poissons, le sarcolemme, au lieu d'être appliqué directement sur la masse qui constitue le faisceau primitif, en est à une certaine distance; l'intervalle est occupé par une matière parsemée de fines granulations; des noyaux plats, logés dans une masse de protoplasma également aplatie, tapissent la face profonde du sarcolemme; des noyaux sont également disposés dans l'épaisseur du faisceau primitif, ainsi qu'on l'observe facilement sur les coupes transversales : il y a donc dans les muscles de ces animaux deux espèces d'éléments cellulaires. Les premiers, c'est-à-dire ceux qui sont placés à la face profonde du sarcolemme, sont bien plus nombreux dans les muscles rouges que dans les blancs.

» Les faits que je viens d'indiquer établissent qu'il y a, dans l'économie de quelques animaux, deux sortes de muscles, tant au point de vue de la forme que des fonctions. Je pense que ces deux espèces de muscles existent chez un très-grand nombre d'animaux; mais, pour l'établir, il faudrait des

recherches spéciales que je n'ai pas encore faites. Ces recherches doivent être minutieuses; car il se pourrait que les deux espèces de fibres fussent mélangées intimement, au lieu d'être combinées par gros faisceaux, comme dans les adducteurs du Lapin et dans certains muscles des Raies et des Torpilles.

» L'action des deux espèces de muscles n'étant pas la même, il est probable que leur rôle est différent; les pâles, avec leur contraction brusque, seraient des muscles d'action par excellence; les rouges, avec leur contraction plus lente et plus persistante, seraient plutôt équilibrateurs ou régulateurs.

» Ce travail a été fait dans le laboratoire d'Histologie du Collége de France et dans le laboratoire de Concarneau. »

MÉDECINE. — *Sur le scorbut et son traitement.* Note de M. **Champouillon**, présentée par M. Larrey. (Extrait par l'auteur.)

« La diffluence du *plasma* du sang, qui constitue le scorbut, est généralement attribuée à l'usage exclusif et prolongé des salaisons. Le rôle du sel marin dans la production de cette maladie a été fort exagéré et surtout inexactement interprété. Le scorbut est, en réalité, un effet de la dyspepsie gastro-intestinale et de l'inanition.

» Les viandes conservées au moyen du chlorure de sodium et de l'azotate de potasse perdent, par exosmose, leurs sucs, leur arome, leurs principes albuminoïdes azotés, qui passent dans la saumure; elles tombent dès lors dans la classe des aliments simplement carbonés; elles ne répondent plus au besoin d'une alimentation animalisée. Dépouillées de toute saveur par les lavages auxquels on les soumet avant de les consommer, les salaisons dégénèrent en une substance fade et indigeste, qui fatigue très-promptement l'estomac; dénaturées d'autre part par l'action du chlorure de sodium, elles constituent un élément insuffisant et très-propre à amener la dyspepsie et l'inanition. Quand les viandes conservent un excès de salure, elles deviennent encore une cause de dyspepsie, par l'intensité de leur impression sur le palais et sur l'estomac, un obstacle à la digestion par la neutralisation des acides des sucs gastriques, une cause d'inanition en restreignant la quantité des matériaux de nutrition, et aussi une cause de diffluence morbide des éléments coagulables du sang.

» Les vivres *secs* (riz, biscuit, légumes féculents) qui composent la ration journalière des équipages et des garnisons dans les places assiégées

entrent eux-mêmes dans le mécanisme physiologique du scorbut, en déterminant la dyspepsie *flatulente*, par suite de l'insuffisance de la diastase animale et de la pepsine propres à convertir en produits absorbables des quantités considérables de substances amylacées.

» C'est encore par la dyspepsie que prélude le scorbut chez les sujets condamnés à se nourrir invariablement des mêmes aliments pendant un temps plus ou moins long.

» Le scorbut peut être un résultat de l'inanition, chez les religieux qui ne vivent que d'aliments végétaux.

» Dans le traitement prophylactique ou curatif du scorbut, l'indication la plus urgente consiste à soustraire le personnel des navires ou des places assiégées aux causes de la maladie; quand cette mesure est impraticable, il faut absolument introduire désormais dans les approvisionnements de consommation : 1° des fruits acides; ils raffermissent la cohésion des matériaux du sang, ils secondent la digestion stomacale et neutralisent l'excès des principes alcalins répandus dans l'organisme; 2° le vin rouge aromatique; en lotions, il rehausse l'énergie contractile des vaisseaux capillaires et prévient les suffusions sanguines ou séreuses; 3° la pepsine; comme condiment et auxiliaire de la digestion; 4° le suc ou l'extrait d'orties brûlantes, justement réputé comme hémostatique; 5° le lait condensé, comme aliment frais et très-nutritif; 6° l'extrait concentré de malt houblonné; son amertume donne à l'estomac le ton qui lui manque, sa diastase assure la digestion des substances amylacées; par lui-même, en raison de sa composition, il représente un aliment complet et il offre de plus les propriétés des sucs d'herbes. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Sur l'intoxication tellurique*. Deuxième Note de M. L. **Colin**, présentée par M. Larrey.

« Tout en reconnaissant le rôle nécessaire dévolu à la putréfaction végétale dans la production de la *malaria*, je crois devoir insister encore sur certains faits qui militent en faveur de l'influence simultanée du sol, et qui viennent à l'appui de la doctrine de l'*intoxication tellurique*.

» Si la putréfaction végétale était la cause unique des fièvres intermittentes, nous ne verrions pas, dans les régions marécageuses du littoral méditerranéen, soit en France, soit en Algérie, soit en Italie, ces affections ne sévir en général qu'à partir du mois de juillet. Dès le commencement de juin, la masse de matières organiques en putréfaction dans l'eau des

marais a été réduite à un état de concentration suffisant pour infecter de son odeur l'atmosphère environnante.

» Quel que soit le degré de corruption de l'eau stagnante, le danger en est bien moindre que la disparition de cette eau laissant à nu un sol plus redoutable qu'elle.

» A Paris même, on a eu la preuve que les miasmes de la putréfaction végétale sont moins redoutables que certaines émanations du sol. Quand les longues sécheresses de 1731 eurent entraîné l'abaissement de niveau des eaux de la Seine, et la putréfaction d'un grand nombre de plantes qui exhalaient une odeur fétide au delà des bords du fleuve, la fièvre ne se développa point chez les habitants riverains. A. de Jussieu ne parle que des accidents survenus chez ceux qui burent de cette eau, accidents qui, du reste, ne furent pas des fièvres intermittentes. Nous voyons, au contraire, ces maladies apparaître, avec une grande fréquence, parmi la population parisienne, en 1811 et en 1840, époques où l'on exécuta de vastes remuements de terre, pour creuser le canal Saint-Martin et pour construire les fortifications. Ici, l'on ne peut s'en prendre qu'aux émanations du sol; il n'y avait ni mares, ni étangs, ni rivière à demi-desséchée constituant un milieu de putréfaction comparable à celui de 1731.

» Pour produire la *malaria*, il faut autre chose que de la chaleur, de l'humidité et des plantes en décomposition : il faut le *sol*, qui n'est pas un simple *substratum* dans cette élaboration morbifique, mais qui remplit, dans la genèse du miasme, un rôle peut-être aussi considérable que dans la végétation.

» On a cité des exemples d'individus atteints d'intoxication palustre pour avoir bu de l'eau marécageuse et de ces faits on a conclu que la putréfaction végétale suffit pour engendrer la fièvre. D'après l'examen que j'ai fait de ces observations, et d'après mon expérience personnelle en Italie et en Algérie, je crois pouvoir révoquer en doute l'action fébrigène de ces boissons; et, dans cette étude (1), je suis arrivé à la conclusion suivante :

» *L'eau marécageuse n'a pas l'action spécifique du miasme palustre atmosphérique; elle n'agit, dans le développement de l'intoxication, que comme la série des causes banales qui diminuent la résistance de l'organisme aux influences morbides.*

» Ces faits me semblent importants, au point de vue de la direction à

(1) *De l'ingestion des eaux marécageuses comme cause de la dyssenterie et des fièvres intermittentes.* (*Annales d'Hygiène publique*, t. XXXVIII; octobre 1872.)

donner aux recherches qui ont pour objet de constater la nature du germe des fièvres intermittentes. Ce germe a été recherché surtout dans l'atmosphère des marais, où certainement il existe à son maximum; les gaz découverts jusque aujourd'hui dans cette atmosphère, ne possédant par eux-mêmes aucune puissance fébrigène, on a plus spécialement incriminé la matière organique qui s'y trouve en si grande abondance. Or, comme les émanations des terres vierges nouvellement défrichées produisent aussi les fièvres, il est probable que la majeure partie de la matière organique recueillie à la surface des marais doit être mise hors de cause dans la genèse du miasme, et que, peut-être même, elle complique les difficultés de cette analyse.

» Je crois donc pouvoir émettre les propositions suivantes : 1° le sol joue un rôle considérable dans le développement de la *malaria;* 2° l'ingestion de l'eau marécageuse ne produit pas la fièvre intermittente; 3° il sera plus facile peut-être de découvrir le germe fébrigène à la surface des terres nouvellement défrichées que dans l'atmosphère des marais. »

GÉOLOGIE. — *Sur le calcaire spathique des marnes vertes de Chennevières.* Note de M. STAN. **MEUNIER**.

« La partie supérieure des marnes vertes et la zone qui s'étend entre elles et le travertin moyen paraissent correspondre à une époque où un régime spécial de sources incrustantes exerçait une action prépondérante dans le bassin de Paris. Par exemple, c'est là, comme on sait, que se trouve ce calcaire oolithique de Villejuif signalé par M. Ch. d'Orbigny et dont la structure rappelle celle des roches jurassiques. De mon côté, j'ai rencontré au même niveau, mais dans une autre localité, un calcaire sur lequel je demande la permission d'appeler l'attention.

» C'est dans une marnière très-récemment ouverte le long de la route qui relie Champigny à Chennevières-sur-Marne (Seine-et-Oise), et sur un point plus voisin de cette dernière localité que de l'autre, que j'ai rencontré le calcaire nouveau. La marnière de Chennevières permet d'apprécier une fois de plus la justesse des opinions de M. Hébert, quant à l'âge relatif du travertin de Champigny et des meulières de la Brie.

» Ces meulières étant exploitées plus haut, sur le plateau, du côté de Villiers par exemple, la marnière offre à sa partie supérieure une argile sableuse blanchâtre, dans laquelle sont noyés des rognons de silex corné et des plaquettes d'un calcaire compact très-fin, d'un blanc jaunâtre sou-

vent marbré de jaune clair. C'est au-dessous que commencent les marnes vertes, présentant, à leur partie supérieure, des lits plus ou moins brunâtres, où gisent précisément les nodules calcaires dont je vais parler et une couche très-mince d'une argile blanchâtre qui paraît contenir de la strontiane. Comme le travertin de Champigny est exploité beaucoup plus bas, par exemple sur la route de Bry, où l'on en fait de la chaux grasse, il est manifeste que la marne verte sépare les meulières de Brie du travertin de Champigny, et, par conséquent, comme l'enseigne M. Hébert, que ce travertin est, sur la rive gauche de la Marne, le correspondant et l'équivalent du gypse de Nogent.

» Quoi qu'il en soit, le calcaire de Chennevières contraste avec toutes les roches environnantes par sa structure éminemment cristalline et par son aspect, de tous points comparable à celui de maints calcaires encrinitiques. Sa couleur est d'un jaune ocreux, rappelant celle du fer spathique. Il se présente en rognons de formes extrêmement tuberculeuses. Quand on brise ces rognons, on reconnaît qu'ils sont souvent comme enveloppés d'une sorte d'écorce de calcaire fibreux, à peu près blanc, atteignant parfois 5 millimètres d'épaisseur. La masse contient des vacuoles où il n'est pas rare de rencontrer des cristaux très-nets de spath calcaire; elles peuvent présenter aussi des concrétions calcaires tuberculeuses d'un blanc de lait.

» Si l'on dissout le calcaire de Chennevières dans l'acide chlorhydrique faible, on obtient une liqueur parfaitement incolore, ne contenant que de la chaux et un peu de magnésie. Le fer reste tout entier insoluble dans la matière argileuse à laquelle est due la coloration de la roche, et qui, par conséquent, contrairement à l'apparence, est simplement interposée entre les cristaux. Examinée au microscope, cette matière est tout à fait amorphe; mais elle contient quelques grains de quartz hyalin, extrêmement actifs sur la lumière polarisée.

» On remarquera que cette argile ocreuse contenue dans les rognons est essentiellement différente de la marne verte dans laquelle ils sont englobés. Son origine doit être analogue à celle du calcaire lui-même et se rattache, par conséquent, comme nous le disions plus haut, à un régime spécial de sources incrustantes. C'est une sorte de rappel des actions qui ont produit des accidents si dignes d'attention dans les couches supérieures au calcaire grossier, désignées sous le nom de *caillasses*. »

GÉOLOGIE. — *Sur la récente éruption de Nisiros.* Extrait d'une Lettre de M. **H. Gorceix** à M. Ch. Sainte-Claire Deville.

« Smyrne, 23 octobre 1873.

« L'éruption a eu lieu, et, si elle n'a pas eu une grande importance, elle offre quelques caractères intéressants à étudier. Je puis déjà, grâce aux documents écrits qui m'ont été confiés, aux renseignements verbaux que j'ai recueillis, donner quelques détails sur les phénomènes qui ont eu Nisiros pour siége.

» Le 2 juin, après une très-violente secousse de tremblement de terre, suivie de deux autres plus faibles, un petit cratère s'est ouvert près des deux anciennes solfatares, indiquées dans la Note que vous avez bien voulu présenter à l'Académie des Sciences avant mon départ. Des pierres, des cendres furent lancées dans toutes les directions; des torrents d'eau salée et chaude s'en échappèrent.

» Ces eaux transformèrent le fond de l'ancien cratère en un lac et, en s'évaporant, laissèrent déposer des croûtes de sel marin, qui recouvrirent le sol et les arbres comme d'une couche de givre; j'ai pu voir des cristaux volumineux, à peine salis par de l'oxyde de fer, et ayant cette provenance. Mêlées aux argiles provenant de la décomposition des laves anciennes, les eaux formèrent des torrents boueux. Ce sont ces éruptions aqueuses qui ont surtout frappé les premiers observateurs, et sur lesquelles toutes les relations appellent l'attention.

» Des gaz combustibles produisant de grandes flammes signalèrent aussi ces débuts de l'éruption.

» La coulée de lave est plus douteuse, bien que les relations en parlent, mais sans signaler les dégâts qui auraient été, dans ce cas, produits sur les champs et sur les habitations voisines du centre de l'éruption.

» Du cratère s'échappe continuellement de la fumée; vers le 24 septembre, une recrudescence a eu lieu dans les phénomènes éruptifs. De Rhodes, à cette époque, on a pu voir pendant quatre jours une épaisse fumée couvrant Nisiros et formant, à l'horizon, comme une seconde île au-dessus de celle-ci. (Rhodes est éloignée de 50 milles de Nisiros.)

» Pendant l'éruption, quelques habitants ont été blessés et presque tous ont dû abandonner leurs maisons et camper en plein air; le danger a même, pendant quelque temps, paru assez grand pour qu'il ait été question d'évacuer l'île. »

La séance est levée à 5 heures un quart. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 20 octobre 1873, les ouvrages dont les titres suivent :

The Transactions of the linnean Society of London; vol. XXIX, part the second. London, 1873; in-4°.

The Journal of the linnean Society. Botany; vol. XIII, n. 68, 69, 70, 71, 72. London, 1872-1873; 3 br. in-8°.

The Journal of the linnean Society. Zoology; vol. XI, nos 55, 56. London, 1872-1873; 2 br. in-8°.

Philosophical Transactions of the royal Society of London for the year 1872; vol. CLXII, part II. London, 1872; in-4°.

The royal Society 30th *november* 1872. London, 1872; in-4°.

Proceedings of the royal Society; vol. XXI, n. 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145. London, 1873; 7 liv. in-8°.

Journal of the royal geological Society of Ireland; vol. XIII, part 3; vol. III, part 3 (new series), 1872-1873, London–Dublin, 1873; in-8°.

The american Journal of Sciences and Arts; vol. VI, n° 34, october 1873. New-Haven, 1873; in-8°.

G. UZIELLI, *G.-B. Donati.* Sans lieu ni date; br. in-4°. (Estratto dal *Bullettino della Società geografica italiana.*)

Exploracion cientifica de las costas del departemento maritimo del Ferrol, verificada de orden del Almirantazgo en el verano de 1869; *por* D. Mariano DE LA PAZ GRAELLS. Madrid, Fortanet, 1870; in-8°.

L'Académie a reçu, dans ses séances des 27 octobre et 3 novembre 1873, les ouvrages dont les titres suivent :

Mouvement d'un segment sphérique sur un plan incliné; par M. le général DIDION, Correspondant de l'Institut. Nancy, Berger-Levrault, 1873; br. in-8°. (Présenté par M. le général Morin.)

Vérification de l'aréomètre de Baumé; par MM. BERTHELOT, COULIER *et* D'ALMEIDA. Paris, Gauthier-Villars, 1873; br. in-8°.

Du prognathisme alvéolo-sous-nasal; par P. TOPINARD. Paris, Hennuyer, sans date; br. in-8°. (Extrait de la *Revue d'Anthropologie.*) (Présenté par M. de Quatrefages.)

Rapport sur l'École pratique des Hautes-Études. Section des Sciences mathématiques. Paris, Delalain, sans date; br. in-8°. (Épreuves.)

(Ces trois derniers ouvrages sont renvoyés à l'examen de M. Dumas.)

Du crâniophore. Instrument à mesurer les projections du crâne; par P. TOPINARD. Sans lieu ni date; opuscule in-8°. (Extrait de la *Revue d'Anthropologie.*)

Enumeratio plantarum in Japonia sponte crescentium hucusque rite cognitarum, adjectis descriptionibus specierum pro regione novarum, quibus accedit determinatio herbarum in libris japonicis so mocou Zoussetz, xylographice delineatarum; auctoribus A. FRANCHET et L. SAVATIER; vol. I, pars I. Parisiis, F. Savy, 1874; in-8°.

Vie de l'univers, ou Étude de Physiologie générale et Physiologie appliquée à l'univers; par Th. GALICIER. Paris, A. Delahaye, 1873; in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

Deux Lettres aux Académies de Médecine et des Sciences. Quelques réflexions sur la Communication de M. Bouley à l'Académie de Médecine relativement à la cocotte et au typhus de la race bovine. Théorie du sommeil; par M. le Dr Ch. PIGEON (de la Nièvre). Nevers, imp. Paulin Fay, 1873; in-4°. (Deux exemplaires.)

L. DE MARTIN. *Le Phylloxera devant la Commission spéciale de l'Assemblée nationale à Montpellier.* Narbonne, imp. Caillard, sans date; br. in-8°. (Trois exemplaires.)

C.-M. MATHEY. *Application de la force du vent à la vapeur.* Plombières, 1873; 2 pages in-8° oblong.

Une mission au Hedjaz (Arabie). Contribution à l'histoire du choléra; par le Dr A. BUEZ. Paris, G. Masson, 1873; in-8°. (Présenté par M. Sédillot.)

Le choléra, comment il se propage et comment l'éviter. Solution trouvée et publiée en 1849; *par* le Dr Ch. PELLARIN. Paris, J.-B. Baillière, 1873; br. in-8°.

Essai sur la constitution et l'origine du système solaire; par Ed. ROCHE. Paris, Gauthier-Villars, 1873; in-4°. (Présenté par M. Faye.)

Les principes sociaux. Nécessité d'enseigner les notions fondamentales de

l'économie sociale et industrielle à tous les citoyens; par L.-Ch. BONNE. Bar-le-Duc, typ. Numa Rolin, Chuquet, 1872; br. in-8°.

Nouvelle Mécanique industrielle; par M. L. POCHET. Paris, Dunod, 1873; in-8°. (Renvoyé au Concours Dalmont, 1876.)

Expériences sur les graines de diverses espèces plongées dans de l'eau de mer; par M. G. THURET, Note préliminaire de M. Alph. DE CANDOLLE. (Tiré des *Archives des Sciences de la Bibliothèque universelle,* juillet 1873.) (Présenté par M. Decaisne.)

Chirurgie expérimentale. Étude historique et clinique sur les amputations sous-périostées, etc.; par M. A. HOUZÉ DE L'AULNOIT. Paris, J.-B. Baillière, 1873; in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey, pour le Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1874.)

Vent, sa direction et sa force observées à Perpignan avec un anémométrographe électrique; par le Dr FINES. Perpignan, imp. Ch. Latrobe, 1873; in-8°. (Présenté par M. Ch. Sainte-Claire Deville.)

Bulletin météorologique du département des Pyrénées-Orientales, publié sous les auspices du Conseil général; année 1872. Perpignan, Ch. Latrobe, 1873; in-4°. (Présenté par M. Ch. Sainte-Claire Deville.)

Comptes rendus mensuels de la Commission des maladies régnantes, faits à la Société médicale des hôpitaux de Paris; par le Dr Er. BESNIER; 6e fascicule, année 1872. Paris, Malteste, 1873; in-8°. (Présenté par M. Ch. Robin.)

Traité de Calcul géométrique supérieur; par GÖRAN-DILLNER; 1re partie. Upsal, E. Berling, 1873; in-4°. (Présenté par M. Hermite.)

Des moyens de prévenir et de traiter le choléra; par M. le Dr H. BLANC. Paris, Germer-Baillière, 1874; br. in-8°.

Mémoires et Compte rendu des travaux de la Société des Ingénieurs civils; avril à juin 1873. Paris, Lacroix, 1873; in-8°.

Notes météorologiques; par M. A. CHEUX. Angers, Barassé, 1873; br. in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société industrielle.*)

Revue d'Artillerie; 2e année, t. III, 1re liv., octobre 1873. Paris et Nancy, Berger-Levrault, 1873; in-8°. (Présenté par M. le général Morin.)

Mémorial de l'Artillerie de la Marine; t. I, 3e liv., texte et atlas. Paris, Chamerot, 1873; in-8° et in-folio.

Ministère de la Marine et des Colonies. Aide-mémoire d'Artillerie navale; 2e liv., texte et atlas, 1873. Paris, Chamerot, 1873; in-8° et in-folio.

Almanach astronomique du Journal du Ciel et de la Société d'Astronomie pour 1874; *par* A. VINOT. Paris, Plon, 1873; in-12.

Navigation aérienne (*Étude pratique*); tableau en une feuille par M. W. DE FONVIELLE, figures et texte. Paris, Bouasse-Lebel, 1873.

De l'oxygène électrique et de l'emploi thérapeutique des eaux dites d'oxygène et d'ozone, etc., rédigé d'après une publication allemande; par B. TÉCÈRE. Berlin, H. Müller, 1873; in-8°. (Deux exemplaires.)

Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche, pubblicato da B. BONCOMPAGNI; t. VI, marzo 1873. Roma, tip. delle Scienze matematiche e fisiche, 1873; in-4°. (Présenté par M. Chasles.)

Census of the town of Madras 1871. Madras, printed by H. Morgan, 1873; in-4°.

Memoirs on the spermogones and pycnides of Lichens; by W. LAUDER LINDSAY. Sans lieu ni date; in-4°.

Das Venöse convolut der Beckenhöhle beim Manne; von J. von LENHOSSEK. Wien, W. Braumüller, 1871; in-4°, cartonné.

Az emberi gerinczagy, nyultagy es varolhid szervezeteneck gorcsoi tajviszonyai irta LENHOSSEK. Pesten, F. Magyar, 1869; in-4°, cartonné.

Die Lemniscate in razionaler behandlung; von D[r] E. WEYR. Prag, 1873; in-4°.

Uvod do geometricke Theorie krivek rovinnych sepsal D[r] L. Cremona jez usporadal E. WEYR, sezit I, zakladove. Praze, 1873; in-8°.

D[r] E. WEYR. *Uber razionale ebene Curven vierter Ordnung, deren doppelpunktstangenten Inflexionstangenten sind.* Wien, 1873; opuscule in-8°.

D[r] E. WEYR. *Ueber razionale Curven.* Prag, 1873; opuscule in-8°.

D[r] E. WEYR. *Ueber Durchschnittspunkte von Focalen mit Kreisen und mit Lemniscaten.* Prag, 1873; opuscule in-8°.

D[r] E. WEYR. *Ueber die lineale Construction der Curven n—ter Ordnung mit einen* $(n-1)$ *— fachen. Punkte und der Curven n — ter Classe mit einer* $(n-1)$ *— fachen tangente.* Prag, 1873; opuscule in-8°.

D[r] E. WEYR. *Ueber Punktsysteme auf razionalen Curven.* Prag, 1873; opuscule in-8°.

Sopra le proprietà involutorie d'un esagono gobbo e d'un esaedro completo, Nota del prof. E. WEYR. Milano, Bernardoni, 1873; opuscule in-8°. (Estratto dai *Rendiconti del R. Istituto lombardo.*)

Tous ces ouvrages de M. le D[r] Weyr sont présentés par M. Chasles.

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PAR L'ACADÉMIE PENDANT LE MOIS D'OCTOBRE 1873.

Actes de la Société d'Ethnographie; octobre 1873; in-8°.

Annales de Chimie et de Physique; novembre 1873; in-8°.

Annales de l'Agriculture française; octobre 1873; in-8°.

Annales de l'Observatoire météorologique de Bruxelles; n° 4, 1873; in-4°.

Annales des Conducteurs des Ponts et Chaussées; juill. à septemb. 1873; in-4°.

Annales du Génie civil; octobre 1873; in-8°.

Annales industrielles; nos 40 à 43, 1873; in-4°.

Annales médico-psychologiques; septembre 1873; in-8°.

Association Scientifique de France; Bulletin hebdomadaire, nos des 5, 12, 19, 26 octobre 1873; in-8°.

Bibliothèque universelle et Revue suisse; n° 190, 1873; in-8°.

Bulletin des séances de la Société entomologique de France; nos 13 et 14 1873; in-8°.

Bulletin du Comice agricole de Narbonne; n° 8, 1873; in-8°.

Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale; novembre 1873; in-4°.

Bulletin de la Société de Géographie; août 1873; in-8°.

Bulletin de la Société française de Photographie; n° 9, 1873; in-8°.

Bulletin général de Thérapeutique; nos des 15 et 30 octobre 1873; in-8°.

Bullettino meteorologico dell' Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto, nos 3 et 5, 1873; in-4°.

Chronique de l'Industrie; nos 88 à 91, 1873; in-4°.

Gazette de Joulin, 2e année, nos 1 et 2, 1873; in-8°.

Gazette des Hôpitaux; nos 115 à 127, 1873; in-4°.

Gazette médicale de Paris; nos 40 à 43, 1873; in-4°.

Gazette médicale de Bordeaux; nos 19 et 20, 1873; in-8°.

Il Nuovo Cimento... *Journal de Physique, de Chimie et d'Histoire naturelle;* juillet à septembre, 1873; in-8°.

Journal de la Société centrale d'Horticulture; septembre 1873; in-8°.

Journal de l'Agriculture; nos 234 à 237, 1873; in-8°.

Journal de l'Éclairage au Gaz; nos 19 et 20, 1873; in-4°.

Journal de Mathématiques pures et appliquées; octobre 1873; in-4°.

Journal de Médecine vétérinaire militaire; octobre 1873; in-8°.

Journal de Pharmacie et de Chimie; octobre 1873; in-8°.

Journal de Physique théorique et appliquée; octobre 1873; in-8°.

Journal des Connaissances médicales et pharmaceutiques; nos des 15 et 30 octobre 1873; in-8°.

Journal des Fabricants de Sucre; nos 25 à 29, 1873; in-folio.

La Nature; nos 18 à 21, 1873; in-4°.

La Revue médicale française et étrangère; n° du 4 octobre 1873; in-8°.

La Tempérance; n° 3, 1873; in-8°.

La Tribune médicale; nos 268 à 271, 1873; in-4°.

L'Abeille médicale; nos 40 à 43, 1873; in-4°.

L'Aéronaute; septembre 1873; in-8°.

L'Art dentaire; octobre 1873; in-8°.

L'Art médical; octobre 1873; in-8°.

L'Écho médical; octobre 1873; in-8°.

Le Messager agricole; n° 9, 1873; in-8°.

Le Moniteur de la Photographie; n° 20, 1873; in-4°.

Le Moniteur scientifique-Quesneville; octobre 1873; gr. in-8°.

Le Mouvement médical; nos 40 à 43, 1873; in-4°.

Le Progrès médical; n° 20, 1873; in-8°.

Les Mondes; nos 5 à 9, 1873; in-8°.

Magasin pittoresque; octobre 1873; in-4°.

Marseille médical; n° 10, 1873; in-8°.

Memorie della Società degli Spettroscopisti italiani; juillet 1873; in-4°.

Monatsbericht der Königlich preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin; mai 1873; in-8°.

Montpellier médical. Journal mensuel de Médecine; octobre 1873; in-8°.

Nouvelles Annales de Mathématiques; octobre 1873; in-8°.

Proceedings of the London mathematical Society; nos 60 et 61, 1873; in-8°.

Recueil de Médecine vétérinaire; nos 9 et 10, 1873; in-8°.

Rendiconto della R. Accademia delle Scienze fisiche e matematiche; n° 9, 1873; in-4°.

Répertoire de Pharmacie; n° 19, 1873; in-8°.

Revue bibliographique universelle; octobre 1873; in-8°.

Revue des Eaux et Forêts; octobre 1873; in-8°.

Revue de Thérapeutique médico-chirurgicale; n° 20, 1873; in-8°.

Revue hebdomadaire de Chimie scientifique et industrielle; nos 37 à 39, 1873; in-8°.

Revue maritime et coloniale; octobre 1873; in-8°.

Revue médicale de Toulouse; octobre 1873; in-8°.

Revue scientifique; nos 14 à 17, 1873; in-4°.

Société des Ingénieurs civils; n° 17, 1873; in-4°.

The Food Journal; n° 45, 1873; in-8°.

The Canadian patent Office record; n° 5, 1873; in-4°.

Observations météorologiq. faites a l'Observatoire de Montsouris. — Oct. 1873.

Dates.	Hauteur du baromètre à midi.	Thermomètres du jardin.			Thermomètres du pavillon (1).			Excès sur la moyenne normale de chaque jour.	Température moyenne du sol				Thermomètres conjugués dans le vide (T' − t).	Tension de la vapeur (moyenne du jour).	État hygrométrique (moyenne du jour).	Électricité atmosphérique.	Ozone.
		Minima.	Maxima.	Moyennes.	Minima.	Maxima.	Moyennes.		à 0m,02.	à 0m,10.	à 0m,30.	à 1m,00.					
		°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°				
1	755,7	9,8	24,6	17,2	10,2	24,1	17,2	3,2	16,3	16,3	15,8	15,6	5,1	12,04	82	»	2,0
2	756,7	12,1	25,4	18,8	12,2	25,3	18,8	5,2	17,1	17,2	16,1	15,7	7,7	11,89	81	»	5,0
3	755,7	11,8	27,5	19,7	12,8	26,9	19,9	6,1	17,8	17,5	16,6	15,8	4,9	12,48	77	»	3,0
4	753,4	16,1	24,1	20,1	16,2	24,2	20,2	6,6	18,2	18,2	17,2	15,9	3,2	13,12	81	»	3,0
5	757,5	12,5	14,9	13,7	12,1	15,5	13,8	0,0	15,0	16,1	16,8	16,1	1,5	9,95	86	»	2,5
6	758,1	7,8	19,2	13,5	8,4	19,3	13,9	0,5	14,1	15,1	15,8	16,2	6,1	9,86	87	»	4,0
7	749,8	11,7	20,2	16,0	11,9	21,0	16,4	2,4	15,3	15,8	15,7	16,1	2,5	11,57	90	»	13,5
8	750,8	9,1	14,3	11,7	9,5	14,7	12,1	−1,3	11,5	13,6	15,1	16,0	4,8	7,57	76	»	13,0
9	755,1	3,2	14,8	9,0	3,3	15,6	9,5	−3,4	9,6	11,7	13,4	15,9	8,2	6,11	77	»	10,0
10	755,9	5,5	15,3	10,4	5,6	16,0	10,8	−1,5	11,7	12,2	12,7	15,6	2,5	9,47	89	»	13,0
11	757,2	13,2	18,9	16,1	13,4	18,8	16,1	3,7	13,8	14,1	13,7	15,4	5,9	9,97	80	»	15,0
12	752,6	9,8	18,3	14,1	9,8	18,5	14,2	2,3	13,0	13,7	13,9	15,2	5,8	9,03	81	»	14,5
13	748,5	11,1	15,3	13,2	11,5	15,6	13,6	1,8	11,8	13,0	13,7	15,1	1,6	8,95	88	»	13,0
14	754,6	5,7	14,9	10,3	6,1	15,1	10,6	−1,1	10,0	11,5	12,8	15,0	5,6	6,72	79	»	14,0
15	755,3	5,1	14,5	9,8	5,8	14,6	10,2	−1,6	9,4	10,8	12,1	14,8	6,2	6,24	78	»	1,0
16	756,8	1,9	13,3	7,6	2,3	13,4	7,9	−3,3	8,4	9,7	11,2	14,6	6,7	5,86	75	»	0,5
17	757,5	2,3	14,9	8,6	2,7	15,2	9,0	−1,9	8,4	9,7	10,7	14,3	6,3	5,78	73	»	0,5
18	756,0	2,8	14,1	8,5	3,1	14,3	8,7	−1,8	8,3	9,2	10,4	13,9	4,4	5,99	74	»	0,5
19	760,7	6,1	14,8	10,5	6,2	15,3	10,8	−0,3	10,5	10,5	10,6	13,7	2,1	8,91	90	»	0,0
20	754,2	9,7	14,8	12,3	10,1	14,8	12,5	2,0	10,1	11,0	11,3	13,4	2,8	6,83	72	»	4,5
21	755,9	2,4	10,0	6,2	2,4	10,5	6,5	3,5	7,5	8,9	10,4	13,3	1,9	6,43	82	»	6,0
22	745,6	9,1	16,8	13,0	9,1	17,0	13,1	3,4	11,4	11,1	10,7	13,2	3,3	9,23	80	»	9,5
23	735,9	11,3	14,8	13,0	11,1	14,8	13,0	2,8	11,1	11,9	11,7	13,0	0,9	9,06	82	»	16,5
24	734,8	7,5	12,1	9,8	7,8	12,4	10,1	−0,2	8,5	10,0	11,0	13,0	1,1	7,05	92	»	9,0
25	745,3	1,8	11,1	6,5	2,0	11,3	6,7	−3,1	6,7	8,4	9,9	12,9	4,7	6,10	89	»	12,0
26	751,3	3,1	11,6	7,4	3,4	11,7	7,6	−1,5	7,0	8,1	9,3	12,7	3,4	6,26	85	»	8,5
27	761,7	0,3	7,9	4,1	0,8	8,1	4,5	−4,4	6,3	7,5	8,3	12,4	2,2	6,00	95	»	1,0
28	765,2	1,9	9,7	5,8	2,1	9,9	6,0	−2,7	5,8	6,9	8,3	12,2	4,8	5,23	81	»	0,0
29	757,8	0,8	7,9	4,4	1,0	7,8	4,4	−4,4	5,1	6,1	7,6	11,9	6,3	4,97	79	»	0,5
30	752,0	3,8	6,2	5,0	3,8	6,7	5,3	−3,3	6,0	6,7	7,6	11,6	1,0	5,58	85	»	1,5
31	750,8	1,3	11,0	6,2	1,6	10,7	6,2	−2,5	6,2	6,9	7,6	11,3	5,5	5,76	80	»	3,5
Moy.	754,0	6,8	15,3	11,0	7,0	15,5	11,3	0,0	10,7	11,6	12,2	14,3	4,1	8,06	82	»	6,5

(1) Par suite de réparations au Bardo, les thermomètres de la terrasse ont été transportés dans le parc où ils sont placés au nord de l'un des pavillons.

Observations météorologiq. faites a l'Observatoire de Montsouris. — Oct. 1873.

Dates.	Magnétisme terrestre. Observation de 9 heures du matin. Déclinaison.	Inclinaison. (B).	Intensité.	Pluie. à $0^m,10$ du sol.	à $1^m,80$ du sol.	Évaporation.	Vents. Direction générale à terre.	Vitesse moyenne en kilom., par heure, à terre.	Direction des nuages.	Nébulosité.	Remarques.
	° ′	° ′		mm	mm	mm		k			
1	17.21,5	65.21,5	»	»	»	1,9	S	3,7	S	0,7	»
2	22,8	25,0	»	»	»	2,1	S	2,8	SSO	0,3	Rosée abondante le matin.
3	20,9	21,5	»	0,0	0,0	2,8	S	3,0	SSO	0,9	Gouttes de pluie dans la mat.
4	19,1	22,5	»	0,0	0,0	2,1	variable.	4,2	SO	1,0	Prem. gout. de pluie vers min.
5	25,2	»	»	12,0	10,2	0,8	NNO	5,2	NNO	0,9	Pluie assez forte le matin.
6	20,2	24,1	»	»	»	1,3	variable.	1,2	SO	0,5	Rosée abond. le mat. et brouil.
7	21,9	29,0	»	6,5	6,0	1,5	SSO	8,2	SO	0,9	Bourr. Tonn. à midi. Brouil., halo le s.
8	23,0	26,6	»	0,2	0,2	1,4	OSO	3,0	SO	0,7	Pluvieux l'après-midi.
9	(a) 19,2	27,1	»	0,1	0,1	1,5	SO	1,8	variable.	0,5	»
10	19,8	26,8	»	0,0	0,0	1,3	SSO	6,5	»	1,0	Lueur aurorale et pluv. le soir.
11	25,2	29,3	»	0,0	0,0	1,9	SSO	4,7	SO	0,9	Lueurs aurorales le soir.
12	(a) 23,8	18,7	»	»	»	2,4	SSO	5,1	SO	0,5	Traces d'aurore boréale le soir.
13	21,0	38,1	»	4,2	3,7	1,2	SSO	7,5	SO	0,7	Pluvieux le jour.
14	19,8	18,1	»	»	»	1,4	OSO	2,2	O	0,7	Halos vers midi, faib. lueur aur. le soir.
15	(a) 16,6	23,2	»	»	»	1,9	N	0,9	»	0,3	Forte rosée le soir.
16	19,1	26,9	»	»	»	2,3	NNE	5,0	»	0,4	Forte gelée blanche le matin.
17	17,1	23,5	»	»	»	3,1	N	5,6	»	0,0	Gelée blanche le matin.
18	20,5	32,3	»	»	»	2,5	NNO	2,4	»	0,2	Rosée le mat. Ciel couv. dès 9^h s.
19	17,7	32,5	»	»	»	0,6	Calme.	0,3	»	1,0	Temps remarquabl[t] calme.
20	18,9	29,3	»	0,4	0,4	2,3	O	5,5	SO	0,8	Petite pluie fine après midi.
21	17,6	»	»	1,2	1,0	1,7	SO	9,6	SO	0,9	Pluv. et lueur aurorale le soir.
22	21,0	30,0	»	0,1	0,1	2,5	SO	14,5	SO	0,7	Gouttes de pluie soir.
23	21,5	28,6	»	28,1	25,5	1,0	SSO	17,1	SSO	1,0	Max. d'int. des bour.: $44^k,3$ à $12^h 50$ s.
24	25,0	36,5	»	17,3	16,8	1,0	S-ONO	4,8	SSO	0,9	Le barom. rem. brusq. vers 4^h s.
25	22,7	»	»	0,7	0,6	0,8	S	3,2	OSO	0,5	Grêle et pl. à $4^h 30$; orage loint.
26	22,1	39,5	»	0,5	0,5	0,8	OSO	4,7	»	0,7	Rosée le soir.
27	22,7	31,2	»	»	»	0,3	N	1,3	»	0,7	Brouil. et gelée blanche le mat.
28	23,2	»	»	»	»	2,5	ENE	11,2	NNE	0,4	Gelée blanche le matin.
29	21,6	37,3	»	»	»	2,2	NE	10,0	»	0,5	Forte rosée le matin.
30	23,5	37,0	»	»	»	1,0	NNO	4,1	NNE	1,0	Rosée le matin.
31	21,0	35,3	»	0,1	0,1	2,0	SSO	8,9	SO	0,7	Gouttes de pluie fine après midi.
Moyen. ou totaux.	17.21,1	65.28,6	»	71,4	65,2	52,1		5,4		0,67	

(*a*) Perturbations dans la soirée. — (B) Chacun de ces nombres est la moyenne de dix lectures faites à la boussole de Gambey, propre aux déterminations absolues. Ces lectures suffisent pour obtenir la valeur moyenne mensuelle.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES FAITES A L'OBSERVATOIRE DE MONTSOURIS. — OCT. 1873.

Résumé des observations régulières.

	6h M.	9h M.	Midi.	3h S.	6h S.	9h S.	Minuit.	Moy.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Baromètre réduit à 0°	753,67	754,04	753,50	752,85	753,36	753,80	753,77	753,58 (1)
Pression de l'air sec	746,10	745,62	744,88	744,45	745,08	745,87	746,01	745,52 (1)
	°	°	°	°	°	°	°	°
Thermomètre à mercure (jardin)	7,85	10,70	13,83	13,87	11,51	10,00	8,91	10,53 (1)
» (pavillon)	7,77	10,82	13,76	13,87	11,47	10,04	8,87	10,47 (1)
Thermomètre à alcool incolore	7,73	10,46	13,49	13,58	11,35	9,87	8,74	10,33 (1)
Thermomètre électrique à 29m	»	»	»	»	»	»	»	»
Thermomètre noirci dans le vide, T'	7,42	17,87	26,54	20,66	10,80	»	»	18,97 (2)
Thermomètre incolore dans le vide, t	7,31	13,22	19,29	16,39	10,73	»	»	14,91 (2)
Excès (T' — t)	0,11	4,65	7,25	4,27	0,07	»	»	4,06 (2)
Températ. du sol à 0m,02 de profondr	9,54	10,29	11,81	12,27	11,38	10,60	10,07	10,70 (1)
» 0m,10 »	11,03	10,91	11,67	12,23	12,20	11,80	11,42	11,58 (1)
» 0m,20 »	12,24	11,98	12,03	12,26	12,49	12,50	12,39	12,29 (1)
» 0m,30 »	12,23	12,15	12,07	12,12	12,22	12,30	12,24	12,19 (1)
» 1m,00 »	14,30	14,28	14,28	14,27	14,24	14,22	14,19	14,25 (1)
Tension de la vapeur en millimètres	7,57	8,42	8,62	8,40	8,28	7,93	7,76	8,06 (1)
État hygrométrique en centièmes	91,5	84,0	70,9	69,7	78,9	83,1	87,1	82,1 (1)
Pluie en millimètres à 1m,80 du sol	10,0	7,2	23,8	15,6	5,8	1,0	1,8	t. 65,2
» (à 0m,10 du sol)	11,7	7,5	25,5	16,9	6,6	1,2	2,0	t. 71,4
Évaporation totale en millimètres	3,19	4,69	9,91	13,65	9,45	6,84	4,38	t. 52,11
Vit. moy. du vent par heure en kilom.	3,4	4,7	7,5	8,6	5,9	5,3	4,7	»
Pluie moy. par heure (à 1m,80 du sol)	1,67	2,40	7,93	5,20	1,93	0,33	0,60	»
Évaporation moyenne par heure	0,53	1,56	3,30	4,55	3,15	2,28	1,46	»
Inclinaison magnétique. 65° +	»	28',6	»	»	»	»	»	»
Déclinaison magnétique 17° +	22',4	21',1	28',1	25',4	22',1	19',8	20',5	23',3 (1)

Tempér. moy. des maxima et minima (parc)	11°,0
» » (pavillon du parc)	11,3
» à 10 cent. au-dessus d'un sol gazonné (thermomètres à boule verdie)	11,8
Therm. noirci dans le vide, T' (valeur moy. fournie par 5 obs. : 6h M. 9h M., midi, 3h S. 6h S.)	16,66
» incolore t » » »	13,39
Excès (T' — t) » » »	3,27
» (valeur déduite de 4 observations : 9h M., midi, 3h, 6h S.)	4,06

(1) Moyenne des observations de 6 heures du matin, midi, 6 heures du soir et minuit.

(2) Moyenne des observations de 9 heures du matin, midi, 3 heures et 6 heures du soir.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 10 NOVEMBRE 1873.

PRÉSIDENCE DE M. DE QUATREFAGES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Examen de la loi proposée par M. Helmholtz pour représenter l'action de deux éléments de courant.* Note de M. J. BERTRAND.

« Avant de discuter de nouveau la loi proposée par M. Helmholtz et d'en examiner les conséquences développées dans le *Compte rendu* de notre dernière séance (p. 962 et suiv.), on me permettra d'en rappeler l'origine.

» Cette loi, très-différente de celle d'Ampère, en a été déduite cependant par le calcul seul, sans qu'aucune expérience nouvelle ait été invoquée et sans qu'aucun des faits admis par notre illustre compatriote ait été révoqué en doute. La seule preuve qu'on allègue en sa faveur est le complet accord avec celle qu'elle doit remplacer dans les cas où l'expérience a été faite, et l'impossibilité de faire l'expérience dans les cas où l'accord n'a pas lieu.

» Une théorie ainsi motivée ne présente, *a priori*, ni plus ni moins de vraisemblance que les autres lois, en nombre infini, qui s'accordent avec celle d'Ampère lorsque le courant attirant est fermé, la loi d'Ampère cependant restant distincte et supérieure à toutes les autres, parce que seule

elle remplit la condition, bien naturellement acceptée, d'une action élémentaire dirigée suivant la ligne droite qui réunit les deux éléments.

» Mais, en étudiant de plus près la loi de M. Helmholtz, celle qu'il nomme la loi du potentiel, on reconnaît qu'elle n'offre pas même cette probabilité commune à une infinité d'autres et également partagée entre elles. Aucune force, je l'ai démontré, et M. Helmholtz en convient volontiers, ne peut, dans son hypothèse, représenter l'action de deux éléments. L'action d'un élément infiniment petit sur un autre élément infiniment petit doit être essentiellement composée d'une force et d'un couple, dont la détermination, conséquences nécessaires de la loi discutée, ne présente aucune difficulté; nous sommes d'accord sur ce point, et je n'ai pas à m'y arrêter. La force, développée par un courant fini sur un élément *ds*, est de même ordre de grandeur que *ds*, et le couple, dont le moment est un infiniment petit de même ordre, doit avoir, pour cela, une force d'intensité finie. Je l'ai affirmé dans ma Note du 14 octobre 1872, et M. Helmholtz ne le conteste pas.

» De telles actions briseraient le fil, quelque rigide qu'on voulût le supposer. Je l'ai prouvé, je crois, simplement et rigoureusement, sans cependant convaincre M. Helmholtz; l'éminent auteur, on peut le voir dans son Mémoire, croit me réfuter en quelques mots dans lesquels j'aperçois moi-même une méprise bien singulière.

» Pour être plus clair et n'avoir pas à y revenir, j'avais cru devoir donner trois démonstrations successives; on me permettra de reproduire la troisième, à laquelle seule s'appliquent les objections de M. Helmholtz :

« La question est assez importante, avais-je dit, pour que j'insiste encore, en montrant par des considérations d'un autre ordre, l'impossibilité de l'hypothèse proposée : considérons un fil dont chaque élément soit sollicité par une force et un couple, conformément à l'hypothèse de M. Helmholtz, et admettons qu'il puisse résister; un état d'équilibre se produira, mais il est *évident* que la substance du fil étant élastique, et chaque élément sollicité par des forces finies, cet équilibre sera précédé d'une déformation; si petite qu'on veuille la supposer, *cette déformation sera finie;* la force appliquée à chaque élément l'étant également, le travail total serait infini. »

» C'est à ce raisonnement que M. Helmholtz répond sans faire allusion aux développements très-différents et décisifs qui l'avaient précédé; il déclare que je me suis trompé, et son objection revient à contester, dans la phrase citée, les mots qui y sont imprimés cette fois en caractères italiques.

» On jugera la valeur de l'objection, en transportant sur un exemple

plus simple l'assertion contestée et la raison alléguée pour la rejeter. Considérons une tige rectiligne tirée à ses extrémités par deux forces égales et contraires d'intensité infinie. Elle sera brisée, personne n'en peut douter; mais si, non content d'invoquer l'évidence, on ajoute : « si la tige ne se » brisait pas, elle s'allongerait; un état d'équilibre se produirait, chaque » extrémité *subirait un déplacement fini*, et le produit de ce déplacement par » une force infinie donnerait un travail infini. »

» C'est, on le voit, le raisonnement même proposé plus haut, venant, comme lui, par surabondance, pour compléter une certitude déjà acquise.

» Or voici la réponse de M. Helmholtz également simplifiée pour son application au même cas.

» L'allongement d'une tige est proportionnel à la longueur : si donc celle que nous considérons est de longueur infiniment petite, le raisonnement cesse de lui être applicable.

» L'un des mots dont on s'est servi cesse d'être exact, cela est vrai; mais la tige devient-elle plus tenace parce qu'elle est plus courte? En prouvant que les forces considérées peuvent rompre une tige de longueur finie n'ai-je pas démontré qu'elles rompront de même une tige infiniment courte?

» L'allongement qu'une tige ne peut supporter sans se rompre n'est-il pas un allongement relatif et non absolu?

» De même, en démontrant que les forces briseront un fil d'épaisseur petite mais finie, ne prouve-t-on pas, par cela même, qu'elles briseraient, *a fortiori*, un fil infiniment mince?

» Je n'ai donc rien à retrancher de mes remarques et de mes assertions relatives à la théorie de M. Helmholtz; mais je veux montrer, de plus, l'inexactitude des formules nouvelles, proposées par lui, qui ne s'accordent même pas avec l'hypothèse dont il croit les déduire.

» Le point essentiel du nouveau Mémoire est la détermination des forces $X\,ds$, $Y\,ds$, $Z\,ds$ qui sollicitent un élément, et dont l'éminent physicien croit donner l'expression.

» Le lecteur remarquera tout d'abord une singulière contradiction : L'action exercée sur un élément doit se composer d'une force et d'un couple, je l'ai prouvé; M. Helmholtz en tombe d'accord, il le répète dans le Mémoire actuel (page 964, lignes 17 et 18), dont voici le texte original : « *Da das Potential* P *auch von den Winkeln abhängig ist, so folgt daraus ummitelbar, dass die mechanische Wirkung des Stroms in* $D\sigma$, *auf das als festensstab*

vorgestellte Stromelement Ds *sich in allgemeinen nicht durch eine einzige Kraft, wie bei Ampère, Grassman, Stefan, sondern nur durch zwei an den enden von* Ds *angreifende Krafte, ersetzen lassen wird, deren Intensitat unäbhangig von der Lange* Ds *ist*. Et cependant, quand il fait son calcul, il cherche et trouve les composantes X, Y, Z *de la force* qui agit sur un élément. Il n'est plus question de couples.

» Dès le début du calcul, en écrivant la formule (2) (page 965, ligne 22), M. Helmholtz se met donc en contradiction avec une vérité reconnue par lui-même à la page précédente. Cette équation est inacceptable. Pour la corriger, il faut dire : Soient $X\,ds$, $Y\,ds$, $Z\,ds$ les composantes de la force qui sollicite l'élément ds, et $P\,ds$, $Q\,ds$, $R\,ds$ les moments des trois couples composants ayant les axes parallèles aux axes X, Y, Z et sollicitant le même élément. Lors d'un déplacement infiniment petit, le travail des forces sera

$$(X\,\delta x + Y\,\delta y + Z\,\delta z)\,ds,$$

et celui des couples (négligé par M. Helmholtz) est, en supposant le fil inextensible,

$$\frac{Q\,\delta\,dz - R\,\delta\,dy}{dx}\,ds.$$

» L'introduction de ce terme, est-il besoin de le dire, change tous les résultats, et il est inutile d'insister sur l'inexactitude des expressions obtenues en le supprimant.

» Une difficulté peut et doit subsister cependant : L'hypothèse d'une action représentée sur chaque élément, par une force unique, implique contradiction. Cela a été démontré et n'est pas contesté; les conséquences de cette hypothèse doivent donc non-seulement se trouver inexactes, mais contradictoires, et l'impossibilité des résultats obtenus, si l'on pousse à bout les raisonnements, doit résulter de leur étude même, sans qu'il soit nécessaire de les comparer à d'autres.

» Il en est précisément ainsi; il nous reste à dire pourquoi l'analyse de M. Helmholtz ne le met pas en évidence.

» Après s'être donné comme loi primordiale l'expression du potentiel relatif à chaque élément du courant pour en déduire la *force* exercée en chaque point, le savant auteur, en effet, écrit que, pour un déplacement quelconque du fil, le travail de ces forces est égal à la variation du potentiel. Telles sont, en effet, la conséquence et la traduction de son hypothèse; mais l'égalité doit être écrite non-seulement pour le fil entier ou, comme le fait M. Helmholtz, pour la portion terminée aux points où le courant

change d'intensité, mais elle s'applique à un arc quelconque et même, si l'on veut, à un élément infiniment petit. Il s'agit, en effet, du potentiel de deux éléments infiniment petits : *Werth des Potentials* P *zweier linearer Stromelemente* Ds, Dσ *auf einander*, telle est l'expression proposée par M. Helmholtz (page 964, ligne 1). Si donc nous étudions un élément particulier Ds, arbitrairement choisi dans le courant attiré, la loi proposée fait connaître le potentiel des forces qui agissent sur lui, et ce potentiel, par définition, est, pour tout déplacement, égal au travail des forces électriques.

» Or, en étudiant, comme on en a le droit, un arc quelconque, l'analyse même de M. Helmholtz prouverait que les extrémités de cet arc, c'est-à-dire deux points quelconques du fil, sont sollicitées par des forces finies, qui, n'étant pas dirigées suivant la tangente, ne peuvent être assimilées à la tension qui remplace l'action mécanique de la partie contiguë. Il n'y a pas là seulement une inexactitude ou une impossibilité physique, mais une contradiction formelle, conséquence prévue et nécessaire de celle qui a été introduite au début. Le calcul, en effet, fait connaître la force infiniment petite exercée sur chaque élément, et, en outre, deux forces finies qui doivent agir aux points *arbitrairement* choisis pour les extrémités de l'arc considéré.

» Si, au contraire, nous rétablissons, dans l'équation (2) de M. Helmholtz, les termes $\frac{Q\,\delta dz - R\,\delta dy}{dx}\,ds$, en ayant égard à la condition

$$Pdx + Q\,dy + Rdz = 0,$$

qui exprime que le plan du couple passe par l'élément, et

$$dx\,\delta dx + dy\,\delta dy + dz\,\delta dz = 0,$$

qu'il faut écrire si l'on suppose le fil inextensible, on déduira, comme cela doit être, de la seule équation du travail, les composantes X, Y, Z de la force et celles P, Q, R du couple agissant sur l'élément Ds.

» La démonstration est complète; il serait inutile de soumettre d'autres points à une critique minutieuse. Je veux signaler cependant un résultat indiqué par M. Helmholtz (page 967, ligne 32), et qui suffirait seul pour enlever toute confiance à son lecteur :

» En analysant les diverses forces qui s'exercent entre deux portions de courants, M. Helmholtz en rencontre une indépendante de la distance :

» *Eine abstossende Kraft Zwischen je zwei Stromenden mit den elektrischen Quantis e und ε, von der Grosse:*

$$- A^2 \frac{1+k}{2} \frac{de}{dt} \frac{d\varepsilon}{dt},$$

diese ist von k abhangig und unabhangig von r.

» Une force indépendante de la distance! Les physiciens, je crois, repousseront un tel résultat sans plus ample examen. Si M. Helmholtz, qui ne paraît pas accepter cette opinion, réalise un jour les expériences dont il indique le projet à la fin de son Mémoire, il trouvera, en cas d'insuccès, une explication très-commode : une pile, montée par hasard à Paris, à Londres ou à Saint-Pétersbourg au moment de ses expériences, et dont l'action, *indépendante de la distance*, pourra se trouver considérable à Berlin, deviendra l'explication, théoriquement possible d'après ses formules, de tout résultat contraire à ses prévisions. »

CHIMIE. — *Note sur l'action que le plomb exerce sur l'eau;* par M. **Dumas**.

« M. Fordos m'a prié de présenter à l'Académie la Notice qu'on lira plus loin (1). En me rendant au désir de cet habile chimiste et tout en acceptant, pour les circonstances où il s'est placé, les résultats qu'il annonce au sujet de l'effet d'une agitation prolongée des grenailles de plomb au contact de l'air et de l'eau, ainsi que des conséquences qu'il en tire à l'égard du rinçage des bouteilles, l'Académie me permettra de faire quelques réserves en ce qui concerne le contact des eaux potables avec des vases ou tuyaux de plomb.

» Je faisais, il y a longtemps, dans mes cours publics l'expérience suivante :

» Cinq flacons renfermant de la grenaille de plomb, je versais dans chacun d'eux, respectivement :

» 1° De l'eau distillée;

» 2° De l'eau de pluie;

» 3° De l'eau de Seine;

» 4° De l'eau de l'Ourcq;

» 5° De l'eau de puits.

» Je démontrais, par l'action de l'hydrogène sulfuré, que l'eau du premier flacon accusait presque immédiatement des traces d'oxyde de plomb dis-

(1) *Voir* à la *Correspondance*, p. 1099.

sous, tandis que les flacons qui renfermaient de l'eau plus ou moins chargée de sels calcaires n'en contenaient pas (1).

» La rapidité avec laquelle l'eau distillée se charge de plomb est surprenante. L'effet produit par des traces de sels calcaires pour s'opposer à cette réaction ne l'est pas moins. On ne peut s'empêcher de rapprocher ces faits de ceux que M. Schlœsing a observés au sujet de l'argile qui demeure indéfiniment en suspension dans l'eau pure et que la plus légère trace de sels de chaux en précipite.

» L'eau absolument pure est un agent au sujet duquel tout n'est pas connu et dont les propriétés diffèrent, je ne crains pas de le dire, plus qu'on ne le croit de celles de l'eau commune. »

M. **Élie de Beaumont** fait remarquer que les observations de M. Schlœsing, concernant l'argile qui demeure indéfiniment en suspension dans l'eau pure, et que la plus légère trace de sels de chaux en précipite, expliquent de la manière la plus simple la limpidité incomparable des sources qui sortent des terrains calcaires, telles que celles qui donnent naissance aux rivières des montagnes du Jura.

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *De l'action de l'eau sur les conduites en plomb.* Note de M. **Belgrand.**

« Le plomb est employé à la confection des tuyaux de conduite depuis l'origine des distributions d'eau dans les villes. Ne considérons que les aqueducs romains. C'est, suivant Varron, en l'an de Rome 442, que fut construit le premier aqueduc qui conduisait l'eau Appia. Depuis cette époque, on n'a cessé de faire des conduites en plomb. Toutes les canalisations, dans l'intérieur des villes antiques, étaient faites avec ce métal. Chaque usager avait son branchement qui partait du château d'eau privé, sorte de cuvette de distribution commune à tous les habitants d'un quartier, et aboutissait à son habitation. Les fontaines publiques étaient alimentées de la même manière. La canalisation publique, qui reliait le château d'eau public au château d'eau privé, était habituellement en plomb. (*Voir* Frontin, qui donne les dimensions des tuyaux en plomb de la distribution de

(1) Si l'on prend de l'eau des premières pluies tombées après un temps sec, elles sont chargées de poussières calcaires, que les dernières pluies, ayant traversé un air pur, ne renferment plus. Pour des eaux pluviales choisies, les effets peuvent donc différer; mais, prise en masse, l'eau des pluies de Paris se comporte sensiblement comme l'eau de Seine.

Rome.) Ce mode de distribution, qui exigeait de très-longues conduites en plomb, a été en usage à Paris jusqu'à ces dernières années. Il fonctionne encore à Rome, à Clermont-Ferrand et dans quelques autres villes. Dans le moyen âge, et jusqu'à la fin du XVIIIe siècle, la canalisation publique était en plomb. On trouvait encore à Paris, il y a quelques années, des conduites de ce genre posées du temps de Philippe-Auguste. L'emploi des conduites de fonte ne s'est généralisé que vers 1782, à l'époque de la création des usines de Chaillot et du Gros-Caillou par les frères Périer.

» Depuis ces temps si reculés, personne jusqu'ici n'avait vu le moindre danger dans cet emploi du plomb. Ni Pline, ni Frontin, ni aucun des historiens de l'antiquité n'avait signalé le moindre fait d'empoisonnement. Il en a été de même dans le moyen âge et dans les temps modernes.

» C'est seulement depuis quelques années qu'on cherche à émouvoir le public et à démontrer que les conduites d'eau en plomb sont d'un emploi dangereux. L'eau, dit-on, s'y charge d'une petite quantité de plomb qui exerce une action lente, mais pernicieuse, sur la santé des consommateurs.

» Cette année, *la guerre au plomb* (c'est le nom qu'on donne à cette croisade) a pris un grand développement, et peut jeter de l'inquiétude dans l'esprit des Parisiens. Il était donc de mon devoir de chercher ce qu'il y a de fondé dans ces attaques; et je l'ai fait avec l'aide d'un chimiste distingué, M. Félix Le Blanc, vérificateur du pouvoir éclairant du gaz.

» M. Boudet a été chargé d'un travail analogue par le Conseil de salubrité. Il a été convenu entre nous qu'il lirait son travail à la séance du Conseil de vendredi dernier, et que je lirais le mien à l'Académie des Sciences à la séance d'aujourd'hui.

» Je dois d'abord poser nettement la question et faire connaître la statistique des conduites publiques et privées de la ville.

» Voici, d'après le relevé fait au 31 décembre dernier, la statistique des conduites publiques :

Conduites en fonte	1 333 184m
» en tôle bitumée	63 126
» en plomb, environ	3 000
Total	1 399 310m

» On voit déjà que les conduites publiques sont hors de cause et que *la guerre au plomb* serait sans objet, s'il n'y avait un autre réseau composé de branchements très-courts, d'un très-petit diamètre, et qui, à peu d'exceptions près, sont tous en plomb.

» Ces branchements relient les conduites publiques aux orifices de puisage. Leur réseau se subdivise ainsi :

1° Branchements des établissements de l'État			152
2° Branchements du département			14
3° Branchements des établissements de la Ville de Paris	Bornes fontaines à repoussoir	224	1357
	Fontaines de puisage à la sangle	33	
	Bornes fontaines	456	
	Fontaines marchandes	26	
	Bureaux de stationnement	155	
	Établissements municipaux divers	167	
	Édifices religieux	49	
	Écoles et colléges	247	
4° Branchements des établissements de l'Assistance publique			83
5° Branchements des abonnés aux eaux de la Ville, au 31 décembre 1872			37889
Total des branchements			39495

» *Les branchements en plomb appartiennent donc, pour la plupart, aux particuliers.*

» Dans ces nombres ne figurent pas ceux des branchements appartenant à la Ville de Paris, qui ne servent jamais au puisage de l'eau destinée aux besoins domestiques, tels que ceux des fontaines monumentales, des bouches d'eau sous trottoir, des poteaux et boîtes d'arrosement, des bouches d'arrosage à la lance, des coffres d'incendie, des pompes à vapeur et des urinoirs, qui sont au nombre de 8277, ni ceux du service des Promenades et Plantations qui ne sont pas moins nombreux.

» Les branchements en plomb qui servent aux puisages domestiques sont donc au nombre de 39 500, et l'on peut évaluer leur longueur moyenne à 40 mètres, et leur longueur totale à 1 580 000 mètres.

» Malgré le développement énorme de ce réseau, chaque litre d'eau puisé pour la consommation des habitants ne parcourt qu'une très-petite longueur de conduite en plomb, 5 mètres à peine, lorsque le puisage est fait aux orifices de la voie publique, 100 mètres au plus lorsque le branchement aboutit dans une maison particulière.

» Lorsque la maison est habitée, le plus long séjour de l'eau dans les conduites en plomb peut être évalué ainsi :

Abonnements à robinets libres.	Séjour pendant la nuit, 9 heures.
	Séjour pendant le jour, de 5 à 10 minutes.
Abonnements jaugés, écoulement continu, au plus de 3 à 6 heures.	

» Le temps du contact de l'eau avec les parois de la conduite est trop court, comme on le verra plus loin, pour que le plomb soit attaqué.

» J'ai dit que, dans le réseau des conduites publiques, il reste environ 3 kilomètres de conduites en plomb. On en démonte quelques-unes de temps en temps, et l'on constate que leur surface intérieure est toujours parfaitement lisse et sans traces d'érosion ; j'en mets deux tronçons sous les yeux de l'Académie. L'un provient de la conduite du faubourg Saint-Antoine qui a été posée en 1670, à l'époque où la pompe du pont Notre-Dame fut érigée; il a donc plus de deux cents ans, et l'on voit encore dans l'intérieur l'impression des grains de sable du moule. L'autre a été extrait des rues latérales au marché Saint-Germain; il est d'une date plus récente et n'est pas moins intact.

» Je dois faire remarquer encore que les branchements en plomb se tapissent promptement d'une légère croûte adhérente qui empêche le contact de l'eau et du plomb. Je mets sous les yeux de l'Académie un tronçon d'un de ces branchements où cette patine est très-visible.

» J'ai visité dans les ateliers de M. Fortin Hermann, entrepreneur des travaux d'entretien de la Ville, le dépôt des vieux plombs où se trouvent de nombreux débris de branchements. Je n'en ai pas trouvé un seul qui ne satisfît à cette condition : surface intérieure du plomb parfaitement lisse, tapissée d'une croûte mince très-adhérente de limon ou de carbonate de chaux.

» L'innocuité des conduites en plomb me semble démontrée par l'ensemble de ces faits, qui font comprendre pourquoi ces conduites sont en usage dans toutes les villes de France et dans la plupart des villes de l'Europe, sans qu'on ait jamais eu à s'en plaindre.

» J'ai voulu cependant, par des analyses directes, rechercher le plomb dans toutes les eaux distribuées à Paris, et c'est dans cette recherche que M. Le Blanc a bien voulu me prêter son bon concours.

» Les essais ont été faits d'abord sur les eaux publiques de Paris puisées aux points suivants :

1° *Eau de Seine.* — Hôtel-Dieu, branchement en plomb de 200 mètres de longueur.

2° *Eau de Seine.* — Avenue d'Orléans, n° 74, branchement en plomb de 100 mètres.

3° *Eau d'Ourcq.* — Hôpital des Récollets, branchement en plomb de 70 mètres.

4° *Eau de Dhuis.* — Avenue de Clichy, n° 40, abonnement jaugé de 250 litres par vingt-quatre heures, branchement en plomb de 20 mètres.

5° *Eau de Dhuis.* — Rue de Moscou, n° 25, abonnement à robinet libre, branchement en plomb de 40 mètres.

» On envoyait à M. Le Blanc un échantillon de 5 litres d'eau de chaque espèce.

» *Envoi du* 16 *août* 1873; *observation de M. Le Blanc.* Aucune de ces eaux, limpides et

incolores, ne prend une coloration appréciable sous l'influence de l'hydrogène sulfuré. Pas de trace de plomb dans le produit évaporé dans une capsule en platine.

» *Envoi du* 1[er] *septembre*. Même observation.

» *Envoi du* 1[er] *octobre*. Même observation.

» On peut conclure de cette première série d'expériences que les eaux publiques de Paris puisées à l'extrémité des branchements en plomb ne contiennent pas trace de ce métal lorsque la maison est habitée, c'est-à-dire lorsque l'eau ne séjourne jamais plus de neuf à dix heures dans le branchement.

» M. Le Blanc a entrepris une autre série d'expériences en laissant séjourner le plomb beaucoup plus longtemps dans l'eau. Je lui laisse la parole :

« Sur l'action des eaux sur le plomb.

» Les chimistes savent depuis longtemps avec quelle facilité s'oxyde le plomb immergé dans l'eau distillée ayant le contact de l'air. Il se forme très-rapidement de l'oxyde de plomb hydraté en très-petits cristaux blancs, à éclat nacré, dont la quantité va toujours en augmentant et finit par former un dépôt notable au fond des vases. Il en est de même de l'eau de pluie très-pure. Au contraire, l'eau contenant une certaine quantité de sels, principalement l'eau de puits séléniteuse, n'attaque pas du tout le plomb dans les mêmes conditions.

» Ce sont là des expériences que les professeurs de Chimie font depuis quarante ans dans les cours publics. M. Dumas ne manquait jamais de mettre ces résultats sous les yeux de ses auditeurs à la Sorbonne. Plusieurs fois divers chimistes ont fait remarquer l'innocuité du plomb à l'égard des eaux potables circulant dans les tuyaux de ce métal, et cela en raison des matières salines qui préservent le métal de l'oxydation.

» Il serait sans doute difficile de donner une théorie de ces faits, mais ils semblent du même ordre que ceux qui ont été constatés à l'égard du fer qui peut se conserver sans oxydation dans l'eau distillée, même aérée, à la faveur de quelques millièmes d'alcali ajouté à cette eau, tandis que ce métal s'oxyde très-rapidement dans l'eau pure aérée. Chose singulière ! en augmentant, dans une certaine mesure, la proportion d'alcali, on peut faciliter l'oxydation. On sait combien les particularités signalées par M. Gaymard dans les conduites d'eau, à Grenoble, ont occupé les chimistes, il y a environ quarante ans (oxydation tuberculeuse de la fonte). Il importait de s'assurer si les eaux potables les plus pures contenaient encore assez de matières salines pour préserver le plomb de l'oxydation.

» Le tableau ci-après démontre que des eaux très-pures, telles que celles du puits de Grenelle, par exemple, contenant beaucoup moins de matières salines que l'eau de Seine, possèdent encore la propriété de préserver le plomb de l'oxydation; cette eau marque de 8 à 10 degrés à l'hydrotimètre.

» On verra que des eaux, marquant même moins de 1 degré à l'hydrotimètre, conservent encore cette même propriété. Enfin l'eau de pluie elle-même peut ne pas attaquer le plomb, si elle n'a pas été recueillie avec le plus grand soin et après une sorte de lavage prolongé de l'atmosphère par l'eau pluviale. Pour peu que l'eau de pluie indique la présence des sels de chaux par les réactifs, on lui reconnaît la propriété de ne pas agir sensiblement

sur le plomb. Lorsque l'eau de pluie est devenue insensible à l'action des réactifs de la chaux, elle commence à attaquer le plomb assez rapidement, à la manière de l'eau distillée.

Action du plomb chimiquement pur sur diverses eaux.

(Le plomb est immergé dans l'eau et le liquide a le contact de l'air; lingot de 25 grammes de plomb pur et 250 centimètres cubes d'eau.)

NATURE DES EAUX.	DATE de l'immersion.	RÉSULTAT OBSERVÉ.
Eau distillée........................	27 septembre......	Attaque considérable; cristaux blancs d'oxyde de plomb hydraté.
Eau de Dhuis (1)....................	Id.	Pas d'attaque.
Eau de Seine (2)....................	Id.	Id.
Eau du puits de Grenelle (3).........	Id.	Id.
Eau d'Ourcq (4).....................	Id.	Id.
Eau d'Arcueil (5)...................	Id.	Id.
Eau de puits de Belleville (6)........	Id.	Id.
Sources du nord, Prés-Saint-Gervais (7).	Id.	Id.
Eau du puits de Passy...............	Id.	Id.
Eau du réservoir du gouffre d'Enfer, à Saint-Étienne (terrain granitique), Titre hydrotimétrique 1°,44 (8).....	8 octobre........	Id.
Eau du réservoir des Settons (Morvan), rivière de Cure. Titre hydrotimétrique 0°,96 (9).....................	Id.	Id.
Eau de l'Ourthe (Belgique), terrain dévonien. Titre hydrotimétrique 0°,96.	15 octobre........	Id.
Eau de pluie, recueillie dans la cour, quai de Béthune..................	8 octobre........	Pas d'attaque constatée. Traces de sulfate et de chaux.
Eau de pluie, recueillie sur les réservoirs de Ménilmontant.............	28 octobre.......	L'attaque du plomb est sensible au bout de vingt-quatre heures et va en augmentant. Dépôt assez abondant le 5 novembre.

(1) A l'embouchure de l'acqueduc de Ménilmontant.
(2) Au milieu du fleuve, près de la prise d'eau du chemin de fer d'Orléans.
(3) A l'orifice supérieur.
(4) Au milieu de la gare circulaire.
(5) Dans l'aqueduc au regard X, en amont de la conduite.
(6) Maison, rue Fessart, 19.
(7) Rigole du regard des Mossins, derrière le bastion 20. (Eau très-limpide.)
(8) Ce réservoir contient habituellement 1 600 000 mètres cubes d'eau.
(9) La capacité de ce réservoir est de 19 à 20 millions de mètres cubes.

Nota. — Les tuyaux doublés d'étain ne s'attaquent pas plus que le plomb des tuyaux de la Ville. On a employé l'eau du puits de Grenelle pour les expériences comparatives.

» Quels sont les sels les plus efficaces pour s'opposer, même à faible dose, à l'oxydation du plomb au contact de l'eau? Les sels de chaux, employés seuls, sont incontestablement efficaces aux doses les plus minimes.

» Cependant, en l'absence de la chaux, d'autres sels paraissent aussi capables de protéger le plomb à la dose de $0^{gr},1$ environ par litre. Néanmoins, au bout de vingt-quatre à trente heures, l'eau se colore à peine par l'acide sulfhydrique, mais cet effet s'arrête bientôt et l'oxydation cesse. C'est ce qui résulte des observations suivantes.

» *Expériences pour constater l'influence particulière de divers sels.* — On a formé les dissolutions suivantes avec : 1° sulfate de soude, 2° chlorure de sodium, 3° chlorure de potassium, 4° sulfate de magnésie.

» La dose de chaque sel était de $0^{gr},1$ par litre.

» Le plomb a été immergé dans ces dissolutions le 22 octobre. Au bout de vingt-quatre heures, l'eau devenait fauve par l'acide sulfhydrique; mais l'attaque n'a pas continué, et l'on peut dire que les eaux précitées n'attaquent pas sensiblement le plomb, car, au bout de dix jours, il n'y avait pas de véritable précipité par le réactif.

» Ces expériences seront continuées, en variant les proportions.

» Nous avons entrepris avec M. Le Blanc une autre série d'expériences; c'est ainsi qu'on a obtenu quelques traces de plomb dans cette eau évaporée, en mettant l'eau dans les conditions les plus favorables pour une attaque.

» Dès que ces expériences seront terminées, j'en ferai connaître les résultats à l'Académie.

» En résumé, le danger d'empoisonnement par l'eau de la Ville puisée à l'extrémité d'un branchement en plomb est nul. Je ne pense pas qu'il soit possible d'obliger, comme on l'a demandé, les propriétaires de Paris à remplacer les 1500 kilomètres de branchements en plomb, établis aujourd'hui dans leurs propriétés. On trouverait l'intérieur de ces branchements parfaitement lisse, sans trace d'attaque et recouvert de la mince croûte de dépôt adhérent, qui sépare le plomb de l'eau.

» Peut-on même recommander aux personnes timorées un autre mode de canalisation ; je ne le crois pas. Le fer et la fonte, très-en usage à Londres à cause de leur bas prix, conviennent beaucoup moins à Paris, d'abord parce qu'on ne trouve pas dans le commerce les pièces de raccord nécessaires, et surtout parce que les accidents dus à la gelée, beaucoup plus à craindre à Paris qu'à Londres, sont plus redoutables avec le fer et la fonte qu'avec le plomb.

» On a recommandé dans ces derniers temps des tuyaux en plomb doublés d'étain. Ces tuyaux d'un prix élevé présentent un grave inconvénient; en faisant les nœuds de soudure, on fond la doublure d'étain et l'on produit

des obstructions dans la conduite. J'ai fait disparaître ce danger d'obstruction, en faisant fondre d'avance l'étain, sur 8 à 10 centimètres de chaque côté des nœuds de soudure, dans un bain de sable chauffé à plus de 227 degrés, point de fusion de l'étain et moins de 330 degrés, point de fusion du plomb, ce qui, à la vérité, met le plomb à nu, mais, suivant moi, sur une trop petite longueur pour qu'il soit attaqué. On ne peut cependant recommander l'emploi de ces tuyaux qui sont trop nouveaux pour que les inconvénients qu'ils peuvent présenter soient bien connus.

» En réalité, aucun de ces genres de conduites ne peut avoir une action quelconque sur la santé des usagers. L'Administration a donc pris le seul parti raisonnable, en autorisant les abonnés à prendre à leur gré et sous leur responsabilité, soit des tuyaux de plomb, soit des tuyaux en fonte et en fer, soit des tuyaux en plomb doublés d'étain, à la seule condition de donner à ces tuyaux, sous la voie publique, l'épaisseur nécessaire pour résister à la pression de l'eau. »

M. **Bouillaud**, après avoir entendu la lecture de la Communication de M. *Belgrand*, demande la parole et s'exprime comme il suit :

« La question qui se discute en ce moment devant l'Académie comprend un élément hygiénique et médical sur lequel je crois devoir présenter quelques considérations. Ce n'est pas d'aujourd'hui que datent les recherches dont l'eau, l'un des plus grands agents de la nature, a été l'objet de la part des médecins : elles remontent aux époques les plus reculées. Qui ne sait, en effet, qu'Hippocrate lui-même, ce père de la Médecine, en a traité dans un de ses Ouvrages les plus justement célèbres (*De aere, locis et* AQUIS), Ouvrage qui, pour le dire en passant, a eu l'insigne honneur d'être cité par Montesquieu, dans son Traité *De l'Esprit des Lois?* La Communication de M. Belgrand, en particulier, a pour objet spécial l'étude de l'eau de la Ville de Paris, sous le rapport des propriétés nuisibles qu'elle pourrait contracter en coulant à travers des canaux de plomb; et bon nombre des remarques de M. Dumas se rattachent à cette importante question d'hygiène publique. Oui, certes, elle est importante, et au plus haut degré, la question de l'influence de l'usage de l'eau mise en contact avec le plomb, dans diverses conditions qui n'avaient pas encore été suffisamment examinées, et sur lesquelles cette discussion vient de répandre de si précieuses lumières.

» Certaines préparations saturnines constituent, comme tout le monde

le sait, pour les personnes qui en subissent l'influence plus ou moins profonde et prolongée, un des poisons les plus funestes. Combien ne comptent-elles pas de victimes, par exemple, parmi ces nombreux ouvriers qui travaillent au blanc de céruse, ou qui exercent la profession de peintres en bâtiments?

» La Médecine peut heureusement arracher à la mort plusieurs de ces personnes, frappées d'intoxication saturnine, et notamment celles où elle sévit plus spécialement sous la forme de *coliques de plomb*. Mais n'est-ce rien, même dans ces cas heureux, que ces atroces douleurs auxquelles la maladie doit son nom de *coliques?* Certes, je ne veux point, à Dieu ne plaise, faire ici le procès à l'usage des eaux qui coulent dans des conduits de plomb; je le veux d'autant moins, que la savante Communication de M. Belgrand est bien propre à nous rassurer sur les qualités de ces eaux. J'insisterai d'autant plus sur cet article, dont, je le répète, je suis bien loin de vouloir exagérer l'importance, que divers médecins, et notamment des médecins attachés à la marine, ont publié des travaux d'après lesquels des cas de *coliques*, observés à bord de certains bâtiments, devraient être rapportés au mode d'intoxication saturnine dont il s'agit en ce moment.

» On ne saurait donc, quand il s'agit de l'usage d'un agent hygiénique aussi universellement répandu que l'eau, s'appliquer, avec trop de soins, à éloigner toutes les causes capables d'altérer les qualités sans lesquelles cette boisson ne saurait mériter le nom consacré d'EAU POTABLE. »

PHYSIOLOGIE. — *Remarques sur un point historique relatif à la chaleur animale;* par M. BERTHELOT.

« Quand Lavoisier eut découvert le phénomène chimique fondamental de la respiration, c'est-à-dire le dégagement dans les poumons d'une certaine quantité d'acide carbonique et la disparition d'un volume à peu près égal d'oxygène, il compara aussitôt ce phénomène à « une combustion, à
» la vérité fort lente, mais d'ailleurs parfaitement comparable à celle du
» charbon; elle se fait dans l'intérieur des poumons, sans dégager de lu-
» mière sensible, parce que la matière du feu, devenue libre, est aussitôt
» absorbée par l'humidité de ces organes; la chaleur développée dans cette
» combustion se communique au sang qui traverse les poumons et se ré-
» pand dans tout le système animal (1) ».

---

(1) *Mémoire sur la chaleur*, par MM. Lavoisier et de Laplace, 1780. — *OEuvres de Lavoisier*, t. II, p. 331; 1862.

» La théorie de la chaleur animale, qui résulte de ces découvertes, est demeurée acquise à la science dans sa partie principale ; je veux dire que tout le monde l'attribue aujourd'hui aux changements chimiques produits dans les êtres vivants, changements dont le plus important est la transformation de l'oxygène en acide carbonique.

» Mais la localisation dans les poumons des réactions qui produisent la chaleur n'est plus acceptée ni par les chimistes, ni par les physiologistes. Les premières objections furent faites par Lagrange, à peu près dans les termes suivants :

« M. de Lagrange réfléchissant que, si toute la chaleur qui se distribue » dans l'économie animale se dégageait dans les poumons, il faudrait né- » cessairement que la température des poumons fût tellement élevée que » l'on aurait continuellement à craindre leur destruction, et que, la tem- » pérature des poumons étant si considérablement différente de celle des » autres parties des animaux, il était impossible qu'on ne l'eût point en- » core observée; il a cru pouvoir en conclure, avec une grande probabi- » lité, que toute la chaleur de l'économie animale ne se dégageait pas » seulement dans les poumons, mais bien dans toutes les parties où le sang » circulait (1) », par l'effet d'une combustion lente et générale, produite aux dépens de l'oxygène, d'abord simplement dissous.

» On ne saurait, d'après les expériences faites depuis lors, révoquer en doute cette dernière opinion, sauf quelques modifications introduites dans son énoncé par le progrès des connaissances ; mais ce que je n'ai vu signalé nulle part, c'est que le raisonnement sur lequel elle était d'abord fondée, et que l'on reproduit encore chaque jour dans plus d'un enseignement, est plus spécieux que réel : toute la chaleur dégagée par la transformation de l'oxygène inspiré en acide carbonique, fût-elle développée au sein des poumons, n'en élèverait la température que d'une faible fraction de degré, incapable d'en produire la destruction. C'est ce qu'il est facile d'établir.

» D'après les recherches de MM. Andral et Gavarret, la quantité moyenne de carbone exhalée par un homme, sous forme d'acide carbonique, est comprise entre 10 et 12 grammes environ par heure, soit $0^{gr},167$ à $0^{gr},200$ par minute. En admettant que les matières qui ont fourni cet acide carbonique aient dégagé à peu près la même quantité de chaleur que du carbone pur, ce qui n'est pas très-éloigné de la vérité, cette chaleur serait capable d'é-

(1) HASSENFRATZ, *Annales de Chimie*, t. IX, p. 266; 1791.

lever de 1 degré par minute la température de $1^{kg},300$ à $1^{kg},600$ d'eau. En admettant seize inspirations par minute, chacune d'elles produirait donc, en moyenne, une quantité de chaleur capable d'élever de 1 degré 100 grammes d'eau, ou moins. Cette quantité de chaleur, répartie entre toute la masse des poumons, qu'on peut évaluer à 2 kilogrammes ou $2^{kg},500$ environ, ne saurait en élever la température que d'une très-petite fraction de degré (un vingtième à un vingt-cinquième de degré) par chaque inspiration. La circulation incessante du sang, dans les vaisseaux pulmonaires, sang dont le poids ne paraît pas éloigné de 300 à 400 grammes entre deux inspirations (1), jointe à l'influence du contact des parties voisines, absorberait d'ailleurs à mesure la chaleur produite, de façon à empêcher ses effets de s'accumuler.

» Il résulte de ce calcul que la réaction de l'oxygène sur les principes combustibles de l'organisation, même si elle se produisait tout entière dans les poumons, — ce qui n'est pas le cas, — ne donnerait lieu qu'à des effets difficiles à constater, loin de détruire l'organe qui servirait de siége à cette combustion. Les conclusions de Lagrange n'en étaient pas moins conformes à la réalité, quoique fondées sur des prémisses inexactes. Mais ce n'est pas la seule fois dans l'histoire des sciences qu'un argument sans valeur est devenu l'origine de découvertes importantes. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Fondation d'un observatoire météorologique au pied du pic du Midi, par la Société Ramond.* Note de M. **Ch. Sainte-Claire Deville.**

« J'appelais, il y a quelques jours, l'attention de l'Académie sur les deux excellentes publications faites par la Commission météorologique des Pyrénées-Orientales, sous les auspices du Conseil général. Permettez-moi aujourd'hui de vous signaler un fait tout aussi intéressant, qui se passe encore dans les Pyrénées, et qui témoigne du zèle qui s'y déploie en faveur des progrès de la météorologie départementale.

» Il existe à Bagnères-de-Bigorre deux sociétés : l'une, scientifique, porte un nom qui nous est cher : c'est la Société Ramond, dont M. le pasteur Frossard est président. L'autre société a fondé, il y a quelques années, au col de Sencours (ou de cinq ours) au pied du pic du Midi, à 2364 mètres, une hôtellerie, destinée à recevoir les voyageurs et les touristes dans la belle

(1) *Voir* Milne Edwards, *Leçons sur la Physiologie*, t. IV, p. 94.

saison. Ces deux sociétés se sont réunies pour mettre deux pièces de l'hôtellerie à la disposition d'un observateur, pour lequel on a établi, à cette altitude, un petit matériel météorologique, tout à fait semblable à celui que j'ai institué à Montsouris et dans un grand nombre de stations françaises.

» Cet observatoire a fonctionné du 1er août au 9 octobre de cette année, sous la direction d'une Commission dont M. le général de Nansouty est président, et M. Peslin, ingénieur des mines, secrétaire. Outre l'observateur, M. Baylac, MM. de Nansouty et Vaussenat, ingénieur civil, ont contribué, pour une grande part, aux observations.

» De temps en temps, on faisait des observations comparatives au sommet du pic du Midi (2877 mètres).

» J'ai eu l'avantage, l'an dernier, au mois de novembre, de conférer avec cette Commission, à laquelle s'était adjoint le maire de Bagnères. Le vif désir de la Société Ramond serait d'obtenir qu'elle fût reconnue comme établissement d'utilité publique, ce qui lui donnerait le droit de recevoir des souscriptions, d'acquérir des terrains au sommet du pic du Midi et d'y construire un observatoire.

» Quel que soit l'avenir réservé à cette pensée, dont la réalisation serait d'un grand intérêt, la fondation du petit observatoire de Sencours est déjà un vrai service rendu à la météorologie des montagnes. Inauguré cette année, tout fait penser que, dès le mois de juillet prochain, les travaux y seront repris, et assurément aucune œuvre scientifique ne mériterait plus que celle-là secours et encouragement. »

GÉOGRAPHIE. — *Extrait d'une Lettre de M.* **Ferd. de Lesseps** *à Lord Granville, à Londres, sur le projet d'un chemin de fer dans l'Asie centrale.*

« Paris, 30 octobre 1873.

« Je vous remercie de la bienveillante réponse que vous m'avez fait adresser, par l'intermédiaire de lord Lyons, à la Communication de mon Mémoire à la Société de Géographie de Paris, sur le projet d'un chemin de fer dans l'Asie centrale.

» Dans quelques semaines, mon fils, Victor de Lesseps, accompagné d'un ingénieur anglais, M. A. Stuart, se rendra aux Indes, afin d'étudier la possibilité de la jonction des chemins de fer russes avec les lignes anglo-indiennes. S'il y a lieu, ils poursuivront leurs recherches au delà des possessions actuelles de l'Angleterre, suivant les indications qu'ils se feront un

devoir de demander au Vice-Roi. Je crois donc utile de soumettre, dès à présent, à Votre Seigneurie quelques considérations sur l'entreprise.

» Dans l'exposé que j'ai fait devant la Société de Géographie, j'ai décrit d'une manière générale un tracé approximatif de la ligne projetée. Partant de Moscou, elle arriverait à Samarkand *viâ* Toschkar. Atteignant l'Oxus dans le voisinage de Balkl, elle suivrait d'abord la vallée de ce fleuve et ensuite le cours d'un de ses nombreux affluents. Elle traverserait les montagnes par un des passages que suivent actuellement les caravanes; arrivant ainsi dans la vallée de la rivière Caboul, elle en suivrait le cours jusqu'au Peshawer.

» L'énoncé précédent n'est naturellement que provisoire et recevra toutes les modifications qui paraîtront convenables.

» Il me semble superflu, mylord, de m'étendre avec détails sur les avantages commerciaux devant résulter au profit de l'empire anglo-indien, de l'établissement d'une voie ferrée se reliant à l'Asie centrale.

» Des communications rapides et directes avec l'Europe augmenteraient considérablement le trafic international; toutes les branches du commerce, tant en Angleterre qu'aux Indes, s'en ressentiraient probablement. Comme conséquence nécessaire, l'augmentation du trafic sur les chemins de fer indiens diminuerait d'abord et probablement annulerait bientôt les lourdes charges que les garanties d'intérêt imposent au budget indien.

» Je n'insisterai donc pas davantage sur ce point, et j'aborderai le côté politique de la question.

» On exprime souvent de l'anxiété en Angleterre au sujet des progrès de la Russie et de l'influence russe dans l'Asie centrale, et l'on a déjà manifesté la crainte que, dans l'hypothèse d'une guerre, une armée russe pourrait se servir avec avantage, pour une invasion de l'Inde, de la ligne que nous projetons. Je ne crois pas qu'il existe des causes sérieuses de conflit entre la Grande-Bretagne et la Russie dans l'Asie centrale. Les deux empires ont un champ assez vaste, l'Angleterre au midi, la Russie au nord de l'Indo-Kouch, pour employer toute leur énergie et leur ambition à étendre le progrès et la civilisation pendant des siècles à venir.

» Cependant des guerres sont malheureusement toujours possibles, et je comprends qu'il soit du devoir du gouvernement de Sa Majesté de prévoir toutes les éventualités. Je suis, du reste, trop l'ami et l'admirateur de l'Angleterre pour ne pas avoir examiné avec soin quelles seraient les conséquences d'une jonction des lignes russes et anglo-indiennes, dans le cas d'une guerre entre les deux puissances.

» Je ferai d'abord remarquer que l'intention publiquement connue du gouvernement russe est d'exécuter lui-même un chemin de fer jusqu'à Samarkand, dans le cas où une société privée ne s'en chargerait pas. Une voie ferrée partant de Peshawer par la vallée de la rivière Caboul, traversant l'Indo-Kouch, et allant de là opérer sa jonction avec la ligne russe, serait-elle utile ou nuisible aux intérêts britanniques en cas de guerre ?

» Il est incontestable que la Russie, depuis la campagne de Khiva, est obligée de poursuivre l'extension de sa domination ou de son influence directe sur la population de l'Asie centrale, non-seulement dans l'intérêt de ces populations, mais aussi pour sa propre sécurité. Cette action s'étendra fatalement dans le bassin de l'Oxus jusqu'aux limites qui lui sont naturellement marquées par les plus hautes montagnes du globe. Si, dans cette situation, l'Angleterre continue à rester passive au midi de l'Indo-Kouch, l'élément fanatique musulman de la vallée de l'Oxus sera rejeté en totalité ou en partie au delà des montagnes et fortifiera les germes d'hostilité ou d'insurrection qui fermentent toujours parmi les populations musulmanes de l'Inde et des provinces limitrophes. L'Angleterre a donc tout intérêt à percer, par une voie ferrée facilitant le mouvement de ses troupes, un foyer dangereux. En tout cas, la ligne ferrée tendrait à augmenter considérablement l'influence anglaise sur toute la frontière.

» Si, d'un autre côté, comme il arrivera probablement dans le cours naturel des événements, la vallée de la rivière de Caboul est annexée au territoire britannique, il serait évidemment nécessaire d'avoir une ligne sur la frontière jusqu'à l'Indo-Kouch, où elle se joindrait à celle du côté russe.

» Aussi longtemps que l'Angleterre restera maîtresse des mers (position que la navigation à vapeur a rendue encore plus évidente), elle n'a rien à craindre des conquêtes ou de l'influence légitime de la Russie dans l'Asie centrale. Une armée russe cherchant à envahir l'Inde par l'Indo-Kouch se trouverait à des milliers de milles de sa base dans la Russie européenne. Une armée anglaise opérant dans le nord-ouest ne serait qu'à une distance relativement courte de sa base d'opération à Bombay ou à Calcutta. En outre, des communications promptes et sûres existeraient toujours entre l'Angleterre et les ports indiens par la voie du canal de Suez.

» Nous croyons donc que l'Inde anglaise pourrait attendre avec confiance l'attaque d'une armée dont la seule ligne de communication serait un chemin de fer long de plusieurs milliers de milles, et que la destruction d'un tunnel ou d'un pont pourrait obliger à capituler ou à se disperser.

» Si notre projet reçoit l'approbation du gouvernement anglais, nous n'avons point la prétention de choisir nous-mêmes le tracé de Peshawer à l'Indo-Kouch, mais nous adopterons celui qui sera approuvé et indiqué par le gouvernement anglo-indien. Nous en agirons de même à l'égard des autorités russes de l'autre côté de l'Indo-Kouch.

» J'espère que le gouvernement de Sa Majesté voudra bien autoriser S. Exc. le Vice-Roi à donner à mon fils et à M. A. Stuart les facilités nécessaires pour l'exploration qu'ils entreprennent. J'ai, du reste, la confiance que l'Angleterre protégera spécialement une entreprise qui permet de favoriser le progrès matériel et moral du monde, et qui, dans l'avenir, sera une nouvelle garantie de paix dans l'Asie centrale. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Structure des dents de l'Héloderme et des Ophidiens;* par M. P. GERVAIS.

« L'Héloderme constitue un genre de Sauriens propre au Mexique, au sujet duquel Wiegmann, Duméril et Bibron, M. Gray et, plus récemment, M. Kaup, ont successivement donné des renseignements. Sa morsure passe pour venimeuse, et ses dents, qui sont implantées à la manière de celles des Varans et des Ophidiens, présentent sur leur couronne, à la face antérieure et à la face postérieure, un sillon vertical très-prononcé, rappelant à certains égards celui que l'on voit en avant sur le fût des dents de certains Ophidiens venimeux. Une autre particularité des dents de l'Héloderme, qui ne se trouve pas non plus chez les autres Sauriens, réside dans leur bulbe, dont la partie interne fournit des digitations multiples dirigées vers la fine couche d'émail recouvrant ces dents. Une coupe de leur partie basilaire, ou de leur région moyenne, montre très-distinctement cette disposition lorsqu'on fait l'examen au microscope. On ne connaît encore rien de semblable chez les autres Sauriens, et il en est de même pour les Ophidiens.

» On sait qu'il existe, parmi ces derniers, indépendamment des Vipéridés ou Serpents venimeux à dents de forme tubulaire, des espèces également pourvues de glandes toxiques chez lesquelles les dents servant à l'introduction du venin ne forment pas des tubes complets. Les Najas et genres voisins sont dans ce cas; c'est un canal fendu en avant, mais non disposé en forme de tube, qui livre alors passage au poison, et, dans une troisième catégorie de Serpents venimeux, les dents, également cannelées, qui servent au même usage, sont placées, non plus sur la partie antérieure des

maxillaires supérieurs, mais à la partie postérieure de ces os, et après d'autres dents qui ne sont ni tubulées ni cannelées.

» Duméril et Bibron ont appelé *Solénoglyphes* les Serpents à dents en forme de tubes, tels que les Crotales, les Vipères, etc.; ceux dont le venin est inoculé par des dents également placées sur la partie antérieure des maxillaires supérieurs, mais fendues dans toute leur longueur, sont leurs *Protéroglyphes*, et ils ont nommé *Opistoglyphes* l'ensemble des espèces ayant des crochets, également cannelés, mais situés à la partie postérieure des mêmes os. Tous les autres Serpents manquent de venin et de dents comparables à celles dont il vient d'être question; je les ai compris sous la dénomination commune d'*Aglyphes*, quelle que soit d'ailleurs la famille à laquelle ils appartiennent. Des détails plus étendus, relatifs à ces différentes dispositions, et des figures destinées à les représenter ont été insérés dans le *Traité de Zoologie médicale* que j'ai publié en commun avec M. Van Beneden.

» Il était naturel de supposer que la cavité en tube des crochets propres aux Vipéridés n'est pas le fait d'une sorte de perforation dont ces dents auraient été l'objet, perforation de laquelle résulterait le canal dont elles sont percées. Elle est due, en effet, au rapprochement des deux bords de chaque dent, et le bulbe dentaire est ici disposé sous la forme d'une lame se repliant sur elle-même, comme le fait, sous la main de l'homme, la lame de métal ou de carton dont on veut faire un tuyau en soudant ses deux bords libres l'un avec l'autre.

» Cette comparaison se trouve justifiée par l'existence le long de la dent d'une véritable suture dont les deux bords sont au contraire disjoints aux deux extrémités inférieure et supérieure de cette dent, ces extrémités restant ouvertes pour l'entrée et la sortie de la sécrétion toxique. La suture n'existe que dans la région intermédiaire; elle résulte du rapprochement des deux bords de la dent répondant aux deux extrémités amincies de son bulbe, et, sous le microscope, on voit très-bien la disposition en portion de cercle qu'affecte ce dernier, ainsi que la direction divergente que prennent les tubes de la dentine sur ses deux faces et à ses extrémités. Cette curieuse disposition anatomique fournit un nouvel argument à l'appui de la loi des perforations, par laquelle M. Serres expliquait le mode de formation des organes disposés tubulairement.

» M. Owen (1) a montré l'existence de la suture dont il vient d'être

(1) *Odontography, Pl. LXXV a.*

question dans la coupe qu'il a donnée d'une dent en crochet appartenant à une espèce de la famille des Vipéridés, et j'ai fait exécuter, de mon côté, des préparations, en partie reproduites sur les planches accompagnant cette Notice, qui la mettent également en évidence. Au-dessous et au-dessus de la ligne de jonction, les deux bords sont séparés, et ils laissent entre eux un intervalle plus ou moins grand, suivant le point que l'on considère. Leur disposition reproduit alors celle que présentent, dans toute leur étendue, les dents cannelées, mais non tubulaires, des Ophidiens protéroglyphes et opistoglyphes. Au contraire, chez les Aglyphes, le bulbe est central, et les canalicules de la dentine qu'il fournit par son ossification vont, comme autant de rayons divergents, gagner le pourtour de la dent, qui affecte alors dans sa structure la disposition ordinaire.

» C'est aux dents protéroglyphes et opistoglyphes que les dents bicannelées de l'Héloderme ressemblent aussi sous ce rapport. J'en donne des figures dont la comparaison avec celles tirées des serpents venimeux rendra cette analogie de structure plus facile à saisir. Les digitations du bulbe et la duplicité du sillon restent toutefois des caractères particuliers de ce singulier genre de Sauriens. »

M. **Le Verrier** annonce à l'Académie que toutes les mesures sont prises pour que l'observation de l'essaim d'étoiles filantes de la fin de novembre puisse s'effectuer, sur un très-grand nombre de points, dans les meilleures conditions.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ANALYSE. — *Mémoire sur le Problème des trois Corps;* par M. **Ém. Mathieu**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Bertrand, Serret, Bonnet.)

« En adoptant un système convenable de variables, M. Bertand a démontré que huit des intégrales du problème dépendent d'une équation aux différences partielles linéaires et du premier ordre, par rapport à neuf variables, ou, ce qui revient au même, de huit équations différentielles ordinaires du premier ordre entre ces neuf variables. M. Bertrand observe de plus que, parmi les huit intégrales précédentes, se trouvent le principe des forces vives et une seconde qu'on obtient en faisant la somme des carrés des trois intégrales des aires.

» Bour, pour traiter la même question, commence par adopter le système des variables de M. Bertrand; puis il substitue huit autres variables, qui sont fonctions des premières. L'avantage qu'il obtient par ce changement consiste en ce que les huit équations différentielles auxquelles il est conduit ont la forme hamiltonienne.

» Mais il y a lieu de remarquer que, si aux huit intégrales des équations hamiltoniennes qui renferment celle des forces vives, on ajoute les trois intégrales des aires, on n'obtient que onze intégrales, tandis que la solution du problème en doit renfermer douze. On doit faire une seconde remarque : on doit en général regarder la solution d'un problème de calcul intégral comme beaucoup plus satisfaisante, si l'on obtient, pour intégrales, des équations résolues par rapport aux inconnues et qui dispensent de toute élimination. Or, dans le problème actuel, en imaginant même que la douzième intégrale soit trouvée, les éliminations auxquelles on serait obligé pour déterminer les coordonnées des corps conduiraient à des calculs inextricables et qui en rendraient impossible toute application à l'Astronomie.

» Le Mémoire actuel a pour but de montrer comment on devra procéder, après l'intégration des huit équations hamiltoniennes, dans la supposition que les huit inconnues de ces équations soient exprimées au moyen du temps. Je prouve, en effet, qu'on n'aura plus qu'à faire des quadratures et à intégrer une équation différentielle ordinaire du second ordre. J'en conclus les coordonnées des trois corps, sans faire aucune élimination.

» En s'appuyant sur le principe de la conservation du mouvement du centre de gravité, on peut remplacer le système des trois corps par un corps fixe M et deux corps mobiles seulement m et m_1.

» Désignons par r et r_1 les distances de m et m_1 à M, et par α et α_1 les angles formés par les rayons r et r_1, avec une droite S ainsi définie : S est l'intersection du plan des trois corps avec la position infiniment voisine qu'il occuperait, si, M restant fixe, m et m_1 se déplaçaient normalement à ce plan, de quantités égales à $-\mathrm{K}r\,dt$ et $+\mathrm{K}_1 r_1\,dt$, en posant

$$\mathrm{K} = mr^2\mathrm{B}, \quad \mathrm{K}_1 = m_1 r_1^2 \mathrm{B}_1,$$

et désignant par $\mathrm{B}\,dt$ et $\mathrm{B}_1\,dt$ les vrais déplacements angulaires normaux des points m et m_1. Enfin, désignons par $\mathrm{A}\,dt$ et $\mathrm{A}_1\,dt$ les déplacement angulaires autour de M des corps m et m_1 dans le plan variable des trois corps, et posons

$$mr^2\mathrm{A} = \mathrm{G}, \quad m_1 r_1^2 \mathrm{A}_1 = \mathrm{G}_1.$$

La force vive est donnée par la formule, où C désigne une constante arbitraire,

$$2T = m\left(\frac{dr}{dt}\right)^2 + m_1\left(\frac{dr_1}{dt}\right)^2 + \frac{G^2}{mr^2} + \frac{G_1^2}{m_1 r_1^2}$$
$$+ [C^2 - (G+G_1)^2]\left[\frac{\sin^2\alpha}{mr^2\sin^2(\alpha-\alpha_1)} + \frac{\sin^2\alpha_1}{m_1 r_1^2 \sin^2(\alpha_1-\alpha)}\right],$$

et si l'on pose $T - U = H$, U étant la fonction de forces, on aura les huit équations hamiltoniennes

$$(1) \qquad \frac{dq_i}{dt} = \frac{dH}{dp_i}, \quad \frac{dp_i}{dt} = -\frac{dH}{dq_i},$$

i étant susceptible des valeurs 1, 2, 3, 4, et en posant

$$q_1 = r, \quad q_2 = r_1, \quad q_3 = \alpha_1, \quad q_4 = \alpha,$$
$$p_1 = m\frac{dr}{dt}, \quad p_2 = m_1\frac{dr_1}{dt}, \quad p_3 = G, \quad p_4 = G_1.$$

» Supposons qu'on soit parvenu à intégrer les équations (1) exactement ou par approximation, en sorte qu'on connaisse r, r_1, α, α_1, G, G_1 en fonction du temps, on aura

$$B = \frac{-\sqrt{C^2-(G+G_1)^2}\sin\alpha}{mr^2\sin(\alpha_1-\alpha)}, \quad B_1 = \frac{\sqrt{C^2-(G+G_1)^2}\sin\alpha_1}{m_1 r_1^2\sin(\alpha_1-\alpha)}.$$

« Désignons par β et β_1 les angles des rayons vecteurs r et r_1 avec la droite L, provenant de l'intervention du plan des trois corps avec sa position infiniment voisine, nous aurons

$$\sin\beta = \frac{B\sin(\alpha_1-\alpha)}{I}, \quad \cos\beta = \frac{B_1 - B\cos(\alpha_1-\alpha)}{I},$$
$$\sin\beta_1 = \frac{B_1\sin(\alpha_1-\alpha)}{I}, \quad \cos\beta_1 = \frac{-B + B_1\cos(\alpha_1-\alpha)}{I},$$

en posant

$$I = \sqrt{B^2 + B_1^2 - 2BB_1\cos(\alpha_1-\alpha)}.$$

» Expliquons comment on pourra passer, des positions de m et m_1 supposées connues, aux positions qu'ils occuperont après un temps infiniment petit.

» r et r_1 subiront les accroissements $\frac{dr}{dt}dt$, $\frac{dr_1}{dt}dt$ qui sont connus. Le point m subit, dans le plan du triangle des trois corps, un accroissement

de la coordonnée angulaire mML égal à

$$\frac{G}{mr^2}\,dt,$$

la droite L étant supposée fixe; de même, le point m_1 subit, dans le plan du triangle autour de M, le déplacement angulaire

$$\frac{G_1}{m_1 r_1^2}\,dt.$$

Le déplacement angulaire de la droite L dans le plan du triangle est

$$(2)\qquad d\gamma = \frac{G}{mr^2}\,dt - d\beta.$$

La droite L étant venue ainsi dans la position infiniment voisine L_1, il n'y a plus qu'à imaginer que le plan du triangle tourne autour de L_1 d'un angle infiniment petit ω dont la valeur sera

$$(3)\qquad \omega = \frac{\sqrt{B^2 + B_1^2 - 2BB_1\cos(\alpha_1 - \alpha)}}{\sin(\alpha_1 - \alpha)}\,dt.$$

Les points m et m_1 sont arrivés de la sorte dans leurs positions infiniment voisines.

» On en conclut ensuite un mouvement fini des deux corps m et m_1 dans le plan du triangle, et ce plan roule sans glisser sur un cône dont l'équation différentielle s'obtiendrait en éliminant t entre les équations (2) et (3), dont les seconds membres sont fonctions des t seulement. »

PHYSIQUE. — *Note sur le magnétisme;* par M. **J.-M. Gaugain** (1).

(Renvoi à la Commission du prix Trémont.)

« 48 *bis*. Pour faire voir comment doivent être échelonnés les courants alternatifs destinés à effectuer la désaimantation, j'indiquerai une série d'intensités que j'ai plusieurs fois employées. Le noyau d'un électro-aimant ayant été aimanté au moyen d'un courant dont l'intensité était 26370, je l'ai désaimanté d'une manière à peu près complète en faisant passer dans les bobines une série de courants alternatifs dont les intensités étaient 18610, 13513, 9901, 8204, 6993, 5997, 5161, 4512, 4061, 3388, 2871, 2540, 2250, 1808.

---

(1) *Voir* les *Comptes rendus* des 13 janvier, 30 juin, 8 et 29 septembre.

» Cette opération n'est pas aussi longue qu'on pourrait le supposer, parce qu'il suffit de laisser passer chacun des courants pendant quelques secondes seulement. Il est rare d'ailleurs que l'on ait besoin d'opérer une désaimantation complète. Si, dans les expériences qu'on se propose d'exécuter, on doit employer un contact d'intensité I, il est évident qu'il est inutile de ramener préalablement l'aimantation au-dessous de la valeur qui correspond à cette intensité.

» Le procédé de désaimantation que je viens d'indiquer repose sur ce fait d'expérience, qu'un courant d'intensité déterminée peut détruire une aimantation un peu plus forte que celle qu'il est lui-même capable de développer dans un barreau pris à l'état neutre. Lors donc qu'on adopte l'hypothèse émise par M. Jamin pour rendre compte du *magnétisme dissimulé*, on est conduit à admettre qu'un courant d'intensité I, qui ne peut développer d'aimantation que dans une couche superficielle, d'épaisseur déterminée e, est apte cependant à détruire l'aimantation qui préexiste dans une couche située à une profondeur un peu plus grande que e.

» 49. Lorsqu'il s'agit d'établir les lois formulées dans le n° 43, on peut se dispenser de faire disparaître le magnétisme préexistant de l'électro-aimant dont on se sert; il est plus simple de le laisser subsister et d'en éliminer l'influence. On peut le faire aisément en se fondant sur l'observation suivante : après avoir ramené l'électro-aimant à l'état neutre par la méthode du n° 48, j'ai déterminé la valeur du courant d'arrachement obtenu sous l'influence d'un courant inducteur dont l'intensité était 8606, et j'ai trouvé que cette valeur était 25,5 pour l'une et l'autre direction de l'inducteur. A la suite de cette première détermination, j'ai aimanté le noyau de l'électro-aimant en faisant passer dans les bobines un courant positif dont l'intensité était 17900, puis j'ai de nouveau déterminé les valeurs des courants d'arrachement obtenus sous l'influence des courants positif et négatif d'intensité 8606; j'ai trouvé que ces valeurs étaient l'une 31,6, l'autre 19; la moyenne de ces deux nombres est 25,3, nombre à peine différent de celui qui a été obtenu lorsque l'électro-aimant était à l'état neutre. Il suffit donc, pour écarter l'influence du magnétisme permanent du fer, d'exécuter deux observations en sens contraire et de prendre la moyenne des deux. Il paraît évident *a priori* qu'il en doit être ainsi lorsqu'on admet l'hypothèse de M. Jamin, que j'ai rappelée tout à l'heure; mais il m'a semblé utile de le constater par une observation directe.

» 50. Il me reste encore à faire connaître un certain nombre de résultats d'expériences, qui se rapportent au magnétisme dissimulé; mais il me

paraît indispensable de présenter auparavant quelques observations sur les modifications que subit le magnétisme d'un fer à cheval, lorsqu'on arrache son armature. M. Haecker, le premier, je crois, a remarqué que, lorsqu'un barreau d'acier en fer à cheval vient d'être aimanté, il est dans un état magnétique instable, qui se modifie chaque fois que l'on applique et que l'on arrache l'armature, mais qu'il suffit de répéter une vingtaine de fois cette opération pour amener le barreau à un état magnétique qui ne varie plus, même quand le barreau reste sans armature une année entière. Ces observations s'appliquent au fer doux, sans restriction : on ne peut pas communiquer d'aimantation sensible au noyau en fer doux d'un électro-aimant quand on n'applique pas l'armature, à moins que l'on n'emploie un courant inducteur très-intense; lorsque, au contraire, l'armature est appliquée, le fer s'aimante très-énergiquement, alors même que le courant inducteur est fourni par un seul élément de Daniell. J'ai fait passer un semblable courant dans les bobines d'un électro-aimant, j'ai appliqué l'armature, j'ai rompu le circuit inducteur, et j'ai constaté que, sous la seule influence du magnétisme conservé par le fer, l'armature pouvait porter de 5 à 6 kilogrammes. Ces résultats trouvent leur explication dans ce qui précède (n° 43) : il n'y a pas de proportionnalité entre le magnétisme persistant du fer et celui qu'il peut acquérir temporairement, sous l'influence d'un courant donné ; mais ces deux quantités croissent et décroissent en même temps, et nous avons vu (n° 43) que l'aimantation temporaire est augmentée, dans une proportion considérable, par l'application de l'armature.

» 51. Lorsque l'armature, arrachée une première fois, est appliquée et arrachée de nouveau, sans qu'on rétablisse le courant inducteur, le magnétisme du fer s'affaiblit beaucoup, mais il peut être aisément mesuré, au moyen des courants d'induction. Les méthodes que j'ai indiquées (nos 29 et 32), pour le cas de l'acier aimanté, peuvent être appliquées au fer, sans aucune modification. Les nombres suivants permettront de voir quelle marche suit le décroissement du magnétisme. Dans une série d'expériences, où le courant était fourni par un seul élément de Daniell, j'ai trouvé que les courants de désaimantation, produits par les accroissements successifs de l'armature, étaient :

Premier arrachement	176,0
Deuxième arrachement	19,5
Troisième arrachement	16,0
Quatrième arrachement	14,5
Vingtième arrachement	13,4

» Lorsque l'armature a été appliquée et arrachée une vingtaine de fois, on ne fait plus varier le magnétisme du fer en répétant les mêmes opérations un plus grand nombre de fois, et, si l'on met de côté l'électro-aimant, avec ou sans armature, on le retrouve, au bout de quelques mois, dans l'état où on l'a laissé; il est dans l'état *constant* signalé par M. Haecker. On voit donc que, lorsqu'on parle du magnétisme acquis par le fer dans des conditions déterminées, il est nécessaire de mentionner le nombre d'arrachements qu'a subis l'armature, après que l'on a supprimé la source de l'aimantation; en général, je ne me suis occupé que du magnétisme amené à l'état *constant*.

» 52. L'arrachement de l'armature, effectué dans les conditions indiquées (n° 21), a pour effet de diminuer le magnétisme. Je vais rendre compte maintenant d'autres expériences dans lesquelles il semble que l'arrachement de l'armature ait pour résultat d'augmenter l'aimantation. J'ai fait passer, dans les bobines d'un électro-aimant muni de son armature, un courant d'intensité déterminée; j'ai interrompu ce courant, et j'ai arraché l'armature; ensuite, j'ai appliqué et arraché cette armature, un assez grand nombre de fois pour amener le magnétisme à l'état constant (n° 51), et j'ai déterminé la valeur du courant d'arrachement développé par ce magnétisme constant. La série d'opérations que je viens d'indiquer ayant été répétée une cinquantaine de fois, j'ai trouvé que la valeur du courant d'arrachement, déterminée à la fin de chaque série, allait en augmentant à mesure que l'on multipliait les opérations, du moins jusqu'à une certaine limite. L'accroissement s'est élevé jusqu'au cinquième de la valeur obtenue à la fin de la première série; cet accroissement ne dépend pas du temps plus ou moins long pendant lequel circule le courant inducteur; si l'on n'exécute qu'une seule série d'opérations, on peut constater que la valeur du courant d'arrachement reste la même, soit que l'on fasse passer le courant inducteur pendant une heure entière, soit qu'on le laisse passer pendant quelques secondes seulement. L'accroissement d'aimantation dont il s'agit ne se produit pas non plus lorsqu'on interrompt et qu'on rétablit le courant inducteur un nombre de fois quelconque sans arracher l'armature. Pour l'obtenir, il est indispensable que l'armature soit arrachée à la suite de chacune des interruptions du courant inducteur; on serait donc tenté de croire que, dans les conditions indiquées, l'arrachement de l'armature augmente l'aimantation; mais telle n'est pas, je crois, la véritable signification des faits qui précèdent. »

CHIMIE. — *Recherches sur l'absorption de l'ammoniaque par les solutions salines.* Mémoire de M. **F.-M. Raoult**, présenté par M. Balard. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Balard, Peligot, Berthelot.)

« Parmi les solutions salines réputées indécomposables par l'ammoniaque, il en est un certain nombre qui, à mesure qu'elles se saturent de ce gaz, perdent la faculté de retenir tout le sel dissous et déposent celui-ci sous la forme de cristaux contenant ou non de l'ammoniaque. Il en est d'autres qui, quoique concentrées, ne laissent rien déposer dans ces circonstances; c'est sur ces dernières seulement qu'ont porté les expériences dont il est ici question.

» Lorsqu'on veut expérimenter sur une solution, on en verse exactement 50 centimètres cubes dans un ballon de capacité triple, fermé par un bouchon de caoutchouc percé de deux ouvertures. L'une de ces ouvertures livre passage au tube de verre qui doit amener l'ammoniaque au fond du ballon; l'autre ouverture, destinée à la sortie du gaz non absorbé, est munie d'un tube coudé qui communique avec un tube en U, rempli de fragments de potasse caustique, et qui sert à retenir la vapeur d'eau enlevée à la solution. Le ballon est placé dans un bain d'eau constamment agité et de température connue, puis on y fait passer un courant de gaz ammoniac *pur*, *sec* et *froid* jusqu'à parfaite saturation. L'augmentation de poids du ballon, pesé avec le tube en U, donne la quantité d'ammoniaque absorbée.

» Le plus souvent, les liquides dont on veut spécialement comparer le coefficient d'absorption sont placés dans des ballons pareils, immergés dans le même bain, et mis simultanément en communication avec autant d'appareils distincts produisant l'ammoniaque; la saturation se fait alors à la même température et à la même pression, et il est aisé de distinguer immédiatement le fait essentiel.

» Voici un résumé des principaux résultats obtenus :

» Mes expériences sur l'absorption de l'ammoniaque par l'eau confirment les résultats récents de MM. Roscoe et Dittmar (1), résultats qui, comme on le sait, sont supérieurs de un dixième à ceux de M. Carius (2).

---

(1) *Chem. soc. Qu. J.* XII. 147.

(2) *Ann. Ch. Pharm.* XCIX, 164, et Bunzen, *Méthodes gazométriques.*

» Elles montrent que le coefficient de solubilité de l'ammoniaque dans les solutions de potasse est moindre que dans l'eau pure, et d'autant moindre que ces solutions sont plus concentrées. Par exemple, à la température de 16 degrés et sous la pression 760 millimètres, 100 centimètres cubes d'eau peuvent dissoudre 60 grammes d'ammoniaque, tandis que, 100 centimètres cubes d'une solution renfermant $24^{gr},25$ de potasse anhydre n'en peuvent absorber que 30 grammes, c'est-à-dire la moitié. Le même volume d'une solution saturée de potasse ne dissoudrait que 1 gramme de ce gaz.

» Les solutions de soude ont, à l'égard de l'ammoniaque, le même coefficient d'absorption que les dissolutions de potasse de même titre.

Sous le même volume et dans les mêmes circonstances, les dissolutions de nitrate de soude et de nitrate d'ammoniaque absorbent exactement autant d'ammoniaque que l'eau. Il est à remarquer que ces nitrates qui, à l'état dissous, se comportent de la même manière à l'égard de l'ammoniaque, exercent néanmoins, à l'état anhydre, des actions très-différentes sur ce gaz : en effet, tandis que le nitrate de soude sec n'absorbe point trace d'ammoniaque, le nitrate d'ammoniaque sec en absorbe des quantités considérables (1).

» Quant aux solutions de nitrate de chaux, elles absorbent, sous le même volume, plus d'ammoniaque que l'eau. Ce fait tendrait à faire croire que l'ammoniaque exerce sur le sel dissous une action décomposante ou qu'il forme avec lui un composé stable; mais l'expérience prouve qu'il n'en est rien. En effet, le résidu obtenu après évaporation, à la température ordinaire, ne contient pas d'ammoniaque; de plus, l'absorption de l'ammoniaque sous différentes pressions, par les solutions de nitrate de chaux, se fait à très-peu près conformément à la loi de Dalton et en dégageant la même quantité de chaleur que l'absorption du même gaz pour l'eau pure. L'ammoniaque paraît donc se fixer dans cette solution et, à plus forte raison, dans les autres au même état que dans l'eau.

» Relativement à l'influence du degré de concentration des liquides sur la quantité d'ammoniaque absorbée, j'ai observé une loi générale que l'on peut formuler ainsi : LA DIFFÉRENCE *entre le coefficient de solubilité de l'ammoniaque dans l'eau et dans des solutions plus ou moins concentrées d'un même sel est proportionnelle au poids de sel contenu dans un volume*

---

(1) Il se produit alors un composé liquide décrit, sous le nom de *nitrate d'ammoniaque*, dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences* du 19 mai 1873.

constant de liquide (mesuré avant l'absorption du gaz). — Cette loi peut souffrir des exceptions pour les solutions extrêmement concentrées de certains corps, tels que les hydrates de potasse et de soude, mais elle est vraie pour toutes celles dont le point d'ébullition ne dépasse pas 110 degrés centigrades.

» Les expériences que je poursuis en ce moment feront savoir si cette loi s'applique à d'autres gaz. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *De l'exhalation aqueuse des plantes dans l'air et dans l'acide carbonique;* par M. A. **Barthélemy.**

(Commissaires : MM. Brongniart, Duchartre, Trécul.)

« 1° *Méthodes d'observation.* — Les méthodes employées jusqu'ici par les observateurs peuvent se réduire à trois :

» 1° Détacher la feuille et la plonger par le pétiole dans un tube à deux branches, pour voir l'abaissement de niveau produit par l'évaporation.

» 2° Fermer le vase où végète la plante par une plaque que traverse seulement la tige, et peser pour obtenir l'eau évaporée. Il faut, dans cette méthode, pratiquer, suivant les conseils de M. Sachs, un trou au couvercle pour *laisser rentrer l'air.* Or, si l'air rentre, la vapeur peut sortir, et cette précaution entache les résultats d'erreurs qui peuvent être considérables.

» 3° Vient ensuite la méthode de Mariotte, qui consiste à faire pénétrer une branche dans un ballon ou une éprouvette fermée, et à peser l'eau condensée.

» J'ai étudié avec soin cette dernière méthode, en ayant la précaution d'introduire dans la cloche un thermomètre. On voit alors, au soleil, la température s'élever jusqu'à 50 degrés et au delà, et des gouttelettes se déposer sur les parties froides de la cloche; à l'ombre, la température intérieure s'élève peu, et la condensation est nulle. On n'obtient pas de condensation au soleil lorsqu'on entoure la première cloche d'une seconde plus grande. Il me semble que l'influence de la chaleur est ici évidente, et qu'on ne doit point se hâter de conclure que la lumière est nécessaire à l'évaporation. Les plantes grasses seules (*Opuntia*, Aloès) donnent peu d'eau condensée, au soleil, et résistent à ce traitement; les autres plantes ne tardent pas à succomber, et la face inférieure des feuilles est boursouflée, les stomates sont déchirés, indiquant ainsi leur rôle de soupape pour les gaz intérieurs.

» Pour ces divers motifs, j'ai donné la préférence à la méthode d'absorption par les substances chimiques, suivie déjà par M. Gareau, pour rechercher le rapport des quantités évaporées par les deux faces. La partie feuillée de la plante était engagée sous une cloche lutée avec soin ; on avait introduit en même temps un poids suffisant de chlorure de calcium, taré à l'avance, et, pour que la plante se trouvât dans les mêmes conditions que dans une masse d'air indéfinie, j'avais pris la précaution de mettre sous la cloche une très-petite quantité de bicarbonate de soude, dont la dissociation suffisait à donner à la plante la quantité d'acide carbonique qu'elle trouve dans l'air. Un thermomètre intérieur donnait la température de l'air de la cloche.

» *Résultats d'expériences.* — 1° Une plante placée dans les mêmes conditions émet, pendant vingt-quatre heures, une quantité constante de vapeur d'eau : c'est cette quantité que j'ai appelée le *régime*.

» 2° Le *régime* se modifie suivant la quantité d'eau que les racines reçoivent; il diminue avec la température; il est plus grand pour les feuilles jeunes que pour les feuilles vieilles. Ainsi des études comparatives, faites sur un *Opuntia brasiliensis* et sur un *Ficus elastica,* m'ont donné les résultats suivants :

Opuntia.			*Ficus elastica.*	
31 mai (temp. 24°),	Régime..	0^{gr},78	Régime....................	1^{gr},51
3 juin (temp. 15°),	Régime..	0,42	Régime....................	1,00
9 juillet (temp. 23°,4),	Régime..	0,84	Régime....................	3,45 (1)

» 3° Après quelques heures d'exposition au soleil, la plante rapportée à l'ombre continue à émettre une quantité considérable de vapeur d'eau et ne revient que lentement à son régime.

« 4° La *température restant constante*, il peut arriver que la plante émette plus de vapeur la nuit que le jour, surtout si elle est au moment de son plus rapide développement. Dans les expériences comparatives, il m'est arrivé souvent de constater que la plante qui émettait le moins de vapeur le jour en émettait, au contraire, le plus pendant la nuit.

» 5° Quand on élimine la quantité d'eau évaporée par la tige, il y a à peu près égalité entre la quantité absorbée par les racines et la vapeur d'eau rejetée par les feuilles.

» 6° *Évaporation dans l'acide carbonique.* — Lorsque la cloche contient

(1) Toutes les feuilles ont été remplacées par des feuilles nouvelles.

de l'acide carbonique sec, la quantité d'eau rejetée par les feuilles baisse et devient moindre que celle qui est absorbée par les racines, surtout si la plante est au moment de son développement.

» Ainsi un *Opuntia*, placé, le 20 juin, pendant deux heures, au soleil, a donné $0^{gr},49$; le lendemain, la cloche contenant la moitié de son volume d'acide carbonique, la plante ne donne, dans le même temps, que $0^{gr},28$.

» Ces différences n'existent plus pendant la nuit, et l'acide carbonique semble se conduire à l'obscurité comme les gaz inertes, azote, hydrogène, etc.

» Ce résultat, tout d'abord inattendu, me semble susceptible d'une interprétation intéressante au point de vue de la respiration végétale.

» On sait, en effet, que la plante qui emprunte l'acide carbonique à l'air ne fixe pas le carbone seul, mais bien les éléments de la cellulose ou d'une matière sucrée $C^nH^nO^n$. Il s'ensuivrait que la présence de l'acide carbonique déterminerait la fixation de l'eau qui, sans cet acte respiratoire, se trouverait rejetée au dehors.

» A l'appui de cette explication, je rappellerai que M. Boussingault a constaté (*Annales de Chimie et de Physique*, 1868) que la faculté décomposante des feuilles pour l'acide carbonique diminue à mesure qu'elles se dessèchent. Nous avons aussi reconnu déjà que certaines plantes, au moment de leur développement le plus grand, peuvent émettre, à température égale, plus de vapeur la nuit que le jour.

» *Du phénomène de l'exsudation.* — Un grand nombre de plantes sécrètent, au moment de leur plus grand développement, des gouttelettes liquides pendant la nuit. Ce phénomène a été étudié par MM. A. Duchartre et Ch. Musset sur la *Colocasia esculenta* et plus dernièrement par M. N. Joly sur les *Richardia*, mais on peut le constater sur un grand nombre de plantes (*Zea Maïs*, *Triticum vulgare*, *Bambusa*, *Arum*, *Papaver*, etc.).

» J'ai eu occasion d'étudier ce phénomène sur un *Bambusa mitis* du Jardin des Plantes de Montpellier, que M. Martins m'avait signalé. Cette plante croissait au mois de juin de 25 centimètres par jour, c'est-à-dire de plus de 1 centimètre par heure. Dès le coucher du soleil, alors qu'aucune trace de rosée ne s'était montrée à l'extérieur, on voyait des gouttelettes liquides se rassembler au sommet des feuilles et tomber sur le sol qu'elles arrosaient abondamment toute la nuit. Ce suintement ne cessait qu'au lever du soleil.

» L'influence de l'absence de lumière sur cette exsudation me paraît

pouvoir se rattacher à l'explication que nous venons de donner pour la diminution de l'évaporation, dans l'acide carbonique, sous l'action des rayons lumineux. Il faut remarquer, en effet, que le suintement a lieu surtout dans les plantes à développement rapide et qui fixent beaucoup de matières sucrées ou amylacées sous l'influence de la lumière. Quand vient la nuit, les racines, dont l'action est indépendante de celle de la lumière, continuent à puiser dans le sol de l'eau qui n'est plus fixée par le végétal; de là, défaut d'équilibre momentané entre l'action des racines et la partie feuillée de la plante et, par conséquent, une espèce de coup de bélier qui a pour résultat le suintement, soit par des organes spéciaux, soit par toute la surface du végétal.

» Il résulte donc, des faits et des expériences dont je viens de donner le résumé, que l'exhalation aqueuse dans les végétaux peut se faire de trois manières :

» 1° Par exhalation insensible et par toute la surface cuticulaire, au moyen d'une véritable dialyse gazeuse;

» 2° Par une émission brusque de gaz saturés qui s'échappent par les stomates lorsque la plante est soumise à une élévation rapide de température, surtout sous une cloche;

» 3° Par exsudation accidentelle, résultat d'un défaut d'équilibre entre l'action absorbante des racines et le travail des parties aériennes pour la fixation du carbone ajouté aux éléments de l'eau, travail qui cesse avec la lumière.

» Je crois aussi être en droit de conclure que la chaleur exerce une grande influence sur cette fonction, et que, *à température égale*, l'acide carbonique en présence de la lumière a pour effet de diminuer l'évaporation. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Nouvelles recherches sur le transport ascendant, par l'écorce, des matières nourricières.* Mémoire de M. **E. Faivre.** (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« Nous nous sommes proposé, en associant les recherches histologiques et physiologiques, de contrôler, de compléter de précédentes études sur le rôle de l'écorce dans le transport ascendant des matières nourricières.

» Prenons pour sujets d'étude le Mûrier, le Noyer, le Laurier-cerise; dans des conditions de végétation normale, nous avons fait, sur ces plantes, pendant la saison végétative, trois sortes d'opérations : 1° des an-

nelations simples, complètes ou incomplètes; 2° des valves ou des tubes d'écorce, bien séparés du bois et portant des bourgeons; 3° des annelations complètes, associées sur le même rameau, soit aux annelations partielles, soit aux valves ou tubes corticaux. Voici les résultats obtenus.

» Sur des pousses ligneuses de l'année et de l'année précédente, nous pratiquons, sur le Noyer et le Laurier-cerise, deux sortes d'annelations comparatives : les unes horizontales complètes, à peu de distance au-dessous du sommet d'un rameau; d'autres horizontales incomplètes, dans les mêmes conditions, sur des rameaux différents; le bois mis à nu est soustrait soigneusement au contact de l'air; dans ces conditions, nous avons toujours constaté la faible végétation, la prompte extinction du bourgeon réservé au-dessus de l'annelation complète, la pousse active et continue du bourgeon situé au-dessus de l'annelation partielle, et cela, alors même que la distance entre la partie supérieure du pont et le sommet du rameau est seulement de 1 centimètre.

» Si, dans le cas d'une pousse déjà avancée, le pont est incisé transversalement, la jeune pousse se flétrit rapidement; l'eau cessant de lui parvenir en quantité suffisante par l'écorce, la végétation s'arrête.

» Mêmes résultats si les annelations comparatives, complètes et incomplètes, sont pratiquées verticalement autour des bourgeons. Nous avons ainsi opéré plusieurs fois chez les Mûriers, et nous avons toujours constaté, les conditions étant les mêmes, que la pousse du bourgeon, faible et momentanée dans le cas d'annelation verticale complète, était active et persistante si un pont cortical avait été réservé.

» L'examen histologique des pièces nous a donné les résultats suivants. 1° Dans le cas d'annelation complète horizontale, l'amidon n'a point disparu au-dessous de la décortication, bien qu'il y eût au voisinage un bourgeon à développer; il n'est pas transporté par le corps ligneux, il a disparu au niveau et au-dessus de l'écorce enlevée; dans le cas d'annelation incomplète où le bourgeon s'est développé vigoureusement, on constate la disparition de l'amidon au-dessous de l'annelation, jusqu'à une certaine distance; le pont d'écorce réservé a donc conduit au bourgeon cette matière nourricière. 2° Dans plusieurs cas d'annelation verticale complète, en forme de fer à cheval, pratiquée sur des Mûriers et des Noyers, l'examen histologique nous a montré nettement la diminution et même l'entière disparition de la matière amylacée, dans la portion du rameau située en avant des deux branches de fer à cheval, tandis qu'en arrière, au même niveau, l'amidon était resté normal; le bourgeon s'était éteint

sans que la matière amylacée de la partie postérieure eût pu lui parvenir, la continuité de l'écorce étant interceptée.

» L'ascension par l'écorce est prouvée directement par les expériences qui consistent à isoler, sur une certaine étendue d'un même rameau, l'écorce et le bois, soit que l'écorce en ait été séparée sous forme d'une valve de quelques centimètres portant un bourgeon, et lui adhérant seulement par sa base, soit qu'on ait donné à l'écorce la forme d'un tube de l'intérieur duquel le bois est complétement extrait.

» Pour assurer la réussite des expériences dans lesquelles on obtient l'évolution de bourgeons sur des valves ou des tubes d'écorce, il importe essentiellement de se placer dans les conditions suivantes : opérer pendant les mois de la plus grande activité végétative; ne pas éborgner le bourgeon réservé sur l'écorce isolée; maintenir soigneusement l'écorce à l'abri de la dessiccation.

» En opérant avec ces précautions en juin, juillet, août, nous avons toujours réussi à obtenir l'évolution du bourgeon sur une valve ou un tube d'écorce. A considérer la vigueur de la pousse, la faible quantité de matière nourricière contenue dans l'écorce détachée du bois, le transport de la matière nourricière par cette écorce ne saurait être douteux; sur une branche de Mûrier, le bourgeon réservé sur une valve d'écorce de 3 centimètres de longueur, l'opération étant faite le 20 juin, avait formé à la fin d'août un rameau-feuille, vigoureux, de plus de 40 centimètres; un développement non moins rapide s'est produit dans les mêmes conditions, sur des bourgeons réservés au milieu de valves corticales de Noyers; dans ces divers cas, la face interne de la valve d'écorce s'est constamment recouverte d'une abondante exsudation de nature cellulaire; la végétation n'a pas offert autant d'activité que celle des rameaux voisins et normaux.

» Si, au lieu d'une valve, un tube cortical, vide de bois à l'intérieur, est préparé comme nous l'avons indiqué dans un précédent travail, on obtient également, pourvu toutefois qu'on se place dans les conditions déjà signalées, l'évolution du bourgeon réservé sur le tube. Sur le Mûrier, le Noyer, nous avons répété, à diverses reprises, ces expériences et nous avons obtenu le développement, sur les tubes d'écorce, de vigoureux rameaux feuillés; une exsudation s'est constamment produite à la face interne des tubes d'écorce et nous avons pu l'enlever plusieurs fois sans empêcher ni sa reproduction, ni la pousse gemmaire. Comme exemple de la vigueur que la pousse peut atteindre sur un tube d'écorce, signalons l'évolution d'un bourgeon qui, chez un Mûrier, du 14 juillet au 1er novembre, a formé,

sur un tube, un rameau feuillé de $0^m,025$ de circonférence à la base, de $1^m,04$ de hauteur, pourvu de seize feuilles très-larges.

» On obtient des résultats intéressants si l'on pratique une annelation complète à des distances plus ou moins grandes au-dessous soit d'annelations partielles, soit de valves ou de tubes corticaux. Sur un même rameau de Laurier-cerise, nous pratiquons deux annelations : l'une supérieure incomplète, peu distante du sommet et surmontée d'un bourgeon ; l'autre inférieure entière. Ces deux annelations sont distantes d'environ 12 millimètres. Dans ces conditions, l'évolution du bourgeon est manifeste, mais faible et momentanée ; l'examen histologique des pièces montre que, au niveau des annelations, dans toute la portion intacte du rameau comprise entre elles, l'amidon a disparu : on le retrouve en abondance dans l'étui et le rayon au-dessous de l'annelation inférieure ; voilà donc encore des cas dans lesquels, alors même qu'il s'agit d'assurer la pousse d'un bourgeon, la matière nourricière, bien qu'abondante au voisinage, n'y est pas puisée, n'est pas transportée par le corps ligneux. Il y aurait donc des conditions pour l'ablation des voies déterminées pour le transport de la matière nourricière ; dans les cas dont nous parlons, c'est manifestement par le pont cortical que l'amidon, absent dans la virole intacte intermédiaire, a dû être transporté ; une preuve expérimentale qu'il en est ainsi, c'est que plus on laisse d'étendue à cette zone intermédiaire, plus le bourgeon se développe, pourvu qu'un pont cortical ait été réservé entre lui et cette zone. Nos expériences multipliées sur les boutures et les végétaux en pleine terre confirment à la fois ce fait.

» Nous avons, pour compléter ces expériences, pratiqué l'annelation complète, à des distances variables, soit au-dessous d'une valve, soit au-dessous d'un tube cortical, chez le Noyer et chez le Mûrier. Nous avons encore obtenu, dans ces cas, un développement d'autant plus facile et durable du bourgeon, que l'annelation était plus distante de la base de la valve ou du tube. Ayant fait l'examen histologique d'une branche de Noyer ainsi préparée, nous avons encore constaté la présence de l'amidon au-dessous de l'annelation, son absence à partir de ce niveau ; l'observation histologique, confirmant encore la donnée expérimentale, indiquait un transport collatéral de la matière en provision, du bois à l'écorce, un transport ascendant par celle-ci au bourgeon. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Influence de l'eau employée en boisson sur la propagation du choléra.* Note de M. L. COLIN. (Extrait.)

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

« Dans les pays où l'eau employée comme boisson est habituellement souillée par les produits excrémentitiels de l'homme et des animaux, on accepte volontiers la pensée qu'elle constitue le mode essentiel de propagation des épidémies cholériques. Sur les grandes routes sillonnées par les caravanes de l'Inde et de l'Arabie, cette infection de chaque jour est considérée, par nombre d'auteurs, comme la principale cause de la diffusion du mal.... Mais, dans les pays civilisés, où l'on peut plus facilement discerner ce qui revient à chacun des modificateurs de l'organisme, nous trouvons bien des arguments à opposer à cette doctrine.

» Et d'abord elle est inapplicable à la répartition initiale de l'épidémie actuelle à Paris; dès les premiers jours, cette épidémie apparut simultanément dans divers quartiers, dont l'éloignement réciproque écarte la pensée de toute infection par l'intermédiaire d'un élément bromatologique commun.

» Comme preuves d'un ordre plus général, j'indiquerai les suivantes, dont chaque épidémie vient grossir le nombre :

» 1° Quand un individu atteint de choléra ou de diarrhée cholériforme arrive dans une localité indemne et y transmet son affection, les premières victimes sont les personnes qui ont vécu près de lui et qui lui ont rendu les premiers soins; la rapidité avec laquelle sont habituellement frappées ces personnes nous empêche d'admettre que la transmission du mal se soit accomplie par l'usage interne de l'eau préalablement souillée des déjections du nouvel arrivant; les habitants des maisons voisines font d'ailleurs usage de cette même eau de consommation.

» 2° Dans les cas si fréquents où un navire, approvisionné d'eau dans une localité salubre, prend des passagers dans une localité suspecte, et où le choléra éclate ensuite à bord, cette eau de consommation, dont l'origine ne peut être suspectée, est maintenue, dans les caisses d'approvisionnement, entièrement à l'abri de toute contamination spécifique.

» 3° Si la marche du choléra est parfois conforme à la direction des fleuves et des rivières, il en est surtout ainsi dans les pays où les cours d'eau constituent les principales voies de communication. Dans nos pays, où les relations s'accomplissent surtout par les routes de terre, n'a-t-on

pas vu le choléra suivre une direction perpendiculaire à celle de nos fleuves, comme en 1832 et en 1848, quand de Calais ou de Dunkerque il a marché sur Paris? L'épidémie actuelle, en passant du Havre à Paris, ne remonte-t-elle pas en sens inverse du courant de la Seine?

» Du reste, on a émis la même opinion pour la dyssenterie et la fièvre typhoïde, qui offrent, avec le choléra, ces caractères communs : 1° d'entraîner la surabondance et l'altération des évacuations intestinales; 2° de présenter leurs principales lésions sur le trajet du tube digestif, en sorte qu'on se laisse aller volontiers à la pensée d'une propagation morbide facilement explicable par la production exagérée du produit pathologique, et par son transport presque immédiat dans un autre organisme, sur le point même où se développera la lésion caractéristique; cette conception prend l'apparence de simplicité de l'inoculation d'un produit virulent.

» J'admets, pour mon compte, l'influence morbifique de l'eau contaminée par les sécrétions morbides, mais sans considérer cependant cette influence comme spécifique. La mauvaise qualité des eaux de consommation constitue, à mes yeux, une cause occasionnelle banale; elle produit une sollicitation morbide, comme les écarts de régime, les refroidissements susceptibles d'entraîner des troubles intestinaux, dans un moment où la première indication est le maintien de l'état normal des fonctions digestives. »

VITICULTURE. — *Développement des renflements sur les radicelles de la vigne.* Note de M. MAX. CORNU, délégué de l'Académie.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Les radicelles nouvelles nées sur les renflements peuvent, à leur tour, être occupées par les Phylloxeras et se renfler de même. Comme ceux qui leur donnent naissance, ces nouveaux renflements ou restent stationnaires ou s'allongent et donnent naissance à de nouvelles radicelles, qui se comportent comme les précédentes; mais la vigueur de leur végétation est beaucoup moindre. L'énergie de la plante allant en s'affaiblissant, les renflements nouveaux n'atteignent que rarement la taille de leurs devanciers. Ainsi s'expliquent ces agglomérations de nodosités qui procèdent, comme on voit, les unes des autres; celle qui porte l'ensemble ou qui est située le plus avant sur la radicelle est la plus ancienne; elle a en général une teinte plus fauve ou plus brune; elle est aussi la plus développée comme volume et la plus avancée.

» De même qu'elles n'apparaissent pas en un point quelconque, les

radicelles nouvelles n'apparaissent pas non plus à une époque quelconque de la vie du renflement. C'est sur la première et plus importante courbure et du côté convexe qu'on voit apparaître la première radicelle. Elle se montre plus tôt lorsque l'ensemble de la formation s'est entièrement revêtu de la teinte jaune d'or ou brune qui a été signalée précédemment et *jamais* avant cette époque; dans mes expériences, c'était après huit ou dix jours, et encore cette date est-elle précoce. Cette radicelle peut ne pas rester isolée.

» On voit en outre quelquefois, en général après la précédente, naître au-dessous du renflement une autre radicelle et sur la partie saine. Lorsqu'il y a plusieurs renflements successifs, l'ordre d'apparition des radicelles est régulier le plus souvent et la loi s'observe assez bien. A l'extrémité d'un renflement développé en pointe conique elles apparaissent successivement et de plus en plus loin, toujours aussi sur la partie convexe des courbures ou des ondulations de la partie terminale.

» D'après ce qui vient d'être dit, il est évident que les renflements nouveaux se montrent tant que des radicelles nouvelles apparaissent, et ils se produisent jusqu'à ce que la végétation s'arrête. A la fin de l'été, la plupart des renflements pourrissent, et dans les terrains secs et maigres où la végétation n'est pas très-vigoureuse, cette époque passée, on ne voit plus de nodosités.

» Au bout de combien de temps les renflements se détruisent-ils ou, comme on dit vulgairement, pourrissent-ils naturellement? Quel est l'âge qu'ils ont à cette époque, combien ont-ils vécu de temps?

» La période de leur existence paraît être très-variable.

» Dans une expérience suivie avec soin, un renflement déterminé par quatre insectes a vécu seulement quatorze jours, du 15 août, où les Phylloxeras furent déposés sur la plante saine, jusqu'au 29 août, jour où il fut trouvé entièrement décomposé. C'est le développement le plus rapide et la fin la plus prompte que j'aie rencontrés.

» Le sixième jour (21 août), il avait déjà pris une teinte jaune doré très-nette; sa taille n'était encore que de 3 millimètres.

» Le huitième jour, il s'était franchement séparé en deux par un étranglement; la supérieure, bien plus grosse que l'autre, s'allongeait rapidement; l'ensemble avait 9 millimètres: en deux jours la longueur avait *triplé*.

» Le dixième jour, il s'était encore accru par son extrémité, et avait presque doublé (17 millimètres) après deux jours, du 23 au 25 août; cette

partie s'est couverte de poils radicellaires nombreux; la partie inférieure commençait à devenir très-brune et émettait une radicelle.

» Le douzième jour l'extrémité se pourrit, quoique la radicelle se fût un peu accrue.

» Le quatorzième jour tout est devenu noir et flasque, renflement et radicelle nouvelle; la formation entière est décomposée.

» Je puis encore citer une autre observation. Le renflement qui fut observé n'avait pas été pris à son début : à l'époque où il fut décrit et suivi, il pouvait avoir approximativement dix jours de date, peut-être un peu plus; deux jours après la première observation, il avait pris une teinte brune à sa partie inférieure et en plusieurs points du reste de sa surface; une radicelle nouvellement accrue s'était même déjà décomposée.

» Après quatre jours l'ensemble était devenu plus foncé; cependant, trois vigoureuses radicelles, parfaitement saines, étaient nées dans l'intervalle et une quatrième commençait à poindre.

» Ces radicelles s'allongèrent un peu, mais quatre jours après tout se décomposa; le renflement avait probablement au plus trois semaines. Mais il faut se hâter de dire que ces exemples doivent être rares: ils l'ont été du reste dans mes cultures. Cette décomposition rapide est due au nombre des Phylloxeras accumulés sur une petite radicelle et à l'excitation qu'ils déterminent par leur action réunie en un point si restreint.

» Il arrive fréquemment que l'insecte abandonne le point qu'il avait choisi et qu'il se porte vers un autre; l'action qu'il avait déterminée continue encore, et je le prouverai un peu plus loin, mais elle va en diminuant. L'influence du parasite cessant, la formation demeure moins anormale qu'elle eût pu le devenir, et se conserve quelquefois sans périr pendant un temps plus ou moins long. Elle prend une teinte foncée uniforme et se consolide partiellement; elle persiste assez longtemps sans trop de changements. J'en ai observé une du 21 août au 8 septembre, époque à laquelle elle fut abandonnée par l'insecte; elle n'était pas décomposée à la fin de septembre; j'en pourrais citer d'autres, encore vivantes, et dont l'apparition date des derniers jours d'août.

» Il est probable que dans la culture ordinaire, grâce aux conditions plus favorables dans lesquelles elles se trouvent, grâce aussi à ce que les insectes quittent les anciennes nodosités pour se fixer sur des racines plus jeunes, elles peuvent subsister plus longtemps et rester sans être envahies par la putréfaction; les radicelles très-vigoureuses, et non pas grêles et chétives, résistent en partie, comme il a été dit précédemment, à l'action

excitante du suçoir de l'insecte et peuvent pendant longtemps lutter contre la décomposition qui les menace.

» Au bout de combien de temps l'insecte détermine-t-il la production d'un renflement; combien de temps doit-il demeurer à la surface pour y déterminer une altération?

» MM. Planchon et Lichtenstein dans leur dernier Mémoire (*Le Phylloxera de* 1854 *à* 1873, p. 9) ont vu une nodosité « se développer en deux jours » sur une racine adventive naissante, sous l'influence de la piqûre d'un seul » Phylloxera. » Quoique cela ne soit pas explicitement dit, il est probable que les auteurs ont voulu dire qu'elle était déjà indiquée, mais non adulte. Ce résultat concorde entièrement avec ceux que j'ai obtenus. Dans l'une de mes séries d'observations, j'ai constaté un changement notable d'une radicelle en moins de deux jours sous l'influence de deux insectes qui s'étaient fixés sur elle pendant la durée de cet intervalle. L'extrémité de cette radicelle avait déjà sous leur action doublé de diamètre et s'était notablement recourbée; à chacun des insectes correspondait, en outre, une dépression; à cet instant le renflement offrait 3 millimètres de longueur totale; huit jours après, il en avait 13 et s'accrut encore : il était donc loin d'être adulte.

» Quant au temps nécessaire pour déterminer la production du renflement, il faut pour le déterminer des expériences nouvelles; mais voici cependant ce que je puis rapporter. Sur une radicelle non encore modifiée s'était fixé un Phylloxera jeune. Quand il fut remarqué, il était en marche et se déplaçait encore; il se fixa sur la racine, mais n'y demeura pas; deux jours après, il avait quitté la place qu'il avait momentanément choisie; il est probable que l'exposition des racines à l'air et à la lumière, les mouvements et dérangements nécessités par l'observation des autres renflements le forcèrent à s'éloigner. Il abandonna la radicelle et ne fut plus retrouvé; mais le peu de temps (deux jours au plus, quelques heures seulement, peut-être) pendant lequel il était demeuré à la surface et avait implanté son suçoir dans les tissus de la plante suffit pour faire naître, au bout de quatre jours, un renflement en forme de crochet. Il ne s'accrut pas démesurément, mais il fut très-appréciable, et son diamètre devint le double de celui de la radicelle. Ainsi donc, un séjour de l'insecte, quelque court qu'il soit, détermine la formation d'une hypertrophie. On voit en outre que l'effet s'est manifesté plusieurs jours après l'action du Phylloxera, et qu'il s'est produit entièrement quatre jours après le départ de l'insecte. On peut encore en conclure une chose assez singulière, c'est que la courbure en crochet

et surtout la dépression spéciale dans laquelle se loge le parasite sont dus à la piqûre plutôt qu'à l'action de présence et au séjour du Phylloxera en ce point; j'y reviendrai à propos de l'anatomie des renflements.

» Cette action a été plus lente que si l'insecte eût été présent; l'effet, quoique notable, n'a été qu'ébauché et ne s'est pas continué, l'action qui le produisait ayant cessé. Un plus grand nombre d'insectes l'aurait accélérée, ainsi que cela résulte d'autres observations comparatives.

» Quand un renflement a été abandonné par les insectes, qu'il paraît stationnaire, il n'a pas pour cela perdu la propriété de se développer encore sous l'influence de nouvelles piqûres, ainsi que je m'en suis positivement assuré.

» Les assises cellulaires périphériques, qui ont pris une couleur brune, se fendillent sous l'effort de cet accroissement nouveau; on aperçoit dans les interstices du tissu éclaté la couleur blanc jaunâtre et pâle du parenchyme situé au-dessous; les crevasses s'exagèrent à mesure que le diamètre augmente et que les cellules nouvelles se multiplient. Les insectes nouveaux venus, dans les cas que j'ai examinés, se logèrent dans le sillon laissé par les prédécesseurs fixés antérieurement au même point.

» On peut donc dire que, lorsque l'insecte est demeuré peu de temps sur une radicelle, le renflement produit est peu important; quand il y reste plus longtemps, quand plusieurs parasites s'y rassemblent, les déformations s'accentuent, les hypertrophies s'exagèrent; si le Phylloxera quitte une nodosité, celle-ci cesse bientôt de s'accroître; s'il s'y fixe de nouveau, une nouvelle activité organique est déterminée par les nouvelles piqûres.

» *Ainsi les altérations de la racine sont produites uniquement par l'action du suçoir de l'insecte;* elles dépendent du *nombre* des Phylloxeras et du *temps* pendant lequel ils demeurent sur cet organe; l'effet produit est entièrement *local* et pour ainsi dire *proportionnel* à ce *nombre* et à ce *temps*.

» Les vignes émettent des radicelles saines; le Phylloxera modifie ces radicelles et y développe des nodosités; ces nodosités développent elles-mêmes des radicelles saines que le Phylloxera vient encore occuper et altérer. A l'automne, toutes ces formations se décomposent, les plus anormales disparaissant les premières.

» Quant à la plante, elle est épuisée :

» 1° Parce qu'elle a nourri ces renflements dont le développement l'a déjà affaiblie;

» 2° Parce que les moyens nécessaires pour puiser sa nourriture dans le sol lui font défaut.

» Quand les radicelles sont entièrement détruites, elle meurt.

» Le Phylloxera est donc l'origine de tout le mal, parce qu'il détermine sur les racines des renflements qui périront à l'automne et priveront ainsi le végétal successivement de tous ses organes d'absorption.

» L'insistance que je mets à rappeler ces faits et à chercher des preuves nouvelles, pour démontrer une chose si nette et si bien établie de tant d'autres façons, semblerait étrange, s'il n'était pas indispensable d'opposer sans cesse à des raisonnements vagues des faits précis.

» Les partisans du Phylloxera-effet n'ont jamais sérieusement combattu l'opinion contraire à la leur; ils ne lui ont opposé que des expériences incomplètes et non concluantes, des opinions négatives, des faits sans précision. Les faits que présente le développement comparatif de la racine saine et de la racine malade sont inexplicables dans leur hypothèse; je les mets au défi de donner raison, par une cause interne ou due à un ensemble de circonstances générales, des altérations physiques et anatomiques des racines et des particularités qu'elles présentent dans leur marche ou leur accroissement, non plus que de celles qu'on observe à la mort finale de l'organe. »

M. L. **Ducasse** adresse une Note relative à une poudre destinée à jouer à la fois le rôle d'engrais pour la vigne et d'insecticide contre le Phylloxera.

M. A. **Pagani** adresse une Note relative à l'emploi du sulfate de cuivre combiné avec les engrais, pour combattre la maladie de la vigne.

Ces Communications sont renvoyées à la Commission du Phylloxera.

M. le Dr **Guipon**, de Laon, soumet au jugement de l'Académie, par l'entremise de M. le baron Larrey, un manuscrit intitulé : « Remarques à propos d'une nouvelle application des greffes épidermiques ». M. Larrey analyse sommairement ce travail de la manière suivante :

« L'auteur indique ou rappelle d'abord les expériences de M. Reverdin sur l'emploi des lamelles épidermiques dans le traitement des ulcères dont la cicatrisation n'avait pas été obtenue par d'autres moyens curatifs. Il énonce ensuite les objections adressées à ce nouveau mode d'autoplastie superficielle, et reconnaît enfin, d'après les succès obtenus par divers chirurgiens, le parti utile à en tirer pour la pratique.

» M. Guipon fait, à son tour, de ce procédé ingénieux une application rationnelle à une large plaie par déchirure, sur la face dorsale de la main, entièrement dépouillée de la peau, et il en rapporte l'intéressante observation dans les détails les plus précis. Le but indiqué, mais difficile de la cure, était d'obtenir la cicatrisation de cette perte de substances, en prévenant la formation d'une cicatrice rétractile qui aurait empêché la flexion complète des doigts ou l'usage essentiel de la main.

» L'insuccès, dans ce cas particulier, de la méthode ordinaire d'autoplastie épidermique suggère à l'auteur un procédé opératoire dont l'efficacité assure enfin une cicatrisation durable de la plaie dans toute son étendue, en conservant aux doigts leurs mouvements, sauf une légère rétraction de l'annulaire et de l'auriculaire. Il imagine, à cet effet, de détacher de la peau de l'avant-bras des lamelles d'épiderme garnies de leur couche celluleuse ou de la superficie du derme et de les juxtaposer plus profondément à la surface de la solution de continuité, en les maintenant bien en place par un pansement contentif.

» Les remarques de M. Guipon, à propos de cette observation, démontrent la possibilité d'appliquer les greffes épidermiques à certaines plaies récentes, comme on l'avait déjà fait, en France ou à l'étranger, pour des plaies anciennes ou pour des ulcères rebelles à la cicatrisation.

» L'auteur termine son travail par la description du mode opératoire employé par lui, et formule des conclusions favorables à la pratique de l'hétéroplastie, ou de ce mode d'autoplastie à distance, à condition de donner plus d'épaisseur et de consistance aux greffes épidermiques. »

(Renvoi à la Commission des prix de Médecine et de Chirurgie.)

M. **Rouge** adresse de nouveaux documents, relatifs à sa méthode pour le traitement chirurgical de l'ozène.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **R. de Paz** adresse une Note relative à un appareil destiné à mesurer la quantité de chaleur émise par le Soleil.

(Renvoi à l'examen de M. Edm. Becquerel.)

M. **F. Richter** adresse une Note relative à un artifice permettant d'agrandir la sphère d'attraction d'un électro-aimant.

(Renvoi à l'examen de M. Jamin.)

M. **Pons** adresse une Note intitulée « la Vie de l'Homme ».

(Renvoi à l'examen de M. Cl. Bernard.)

M. A. **Beauvais** prie l'Académie de renvoyer sa seconde Communication, relative à un système destiné à prévenir les accidents sur les chemins de fer, à la Commission qui avait été nommée pour la première.

(Renvoi à la Commission nommée.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** transmet l'ampliation du décret par lequel le Président de la République autorise l'Académie à accepter le legs qui lui a été fait par Mme *Guérineau-Delalande*, pour être employé conformément aux conditions énoncées dans son testament.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° « L'Instruction sur les paratonnerres, adoptée par l'Académie des Sciences », qui vient d'être publiée par M. Gauthier-Villars (1re partie, 1823, M. Gay-Lussac rapporteur; 2e partie, 1854, M. Pouillet rapporteur; 3e partie, 1867, M. Pouillet rapporteur);

2° « L'Histoire de l'Astronomie, depuis ses origines jusqu'à nos jours »; par M. *F. Hoefer*.

PHYSIQUE. — *Sur divers cas d'intermittence du courant voltaïque.* Note de M. A. **Cazin**, présentée par M. Jamin.

« En poursuivant les recherches que j'ai entreprises sur la chaleur des électro-aimants, j'ai eu l'occasion d'observer plusieurs cas d'intermittence du courant voltaïque, qui n'ont pas encore, je crois, été signalés.

» *Première expérience.* — Un circuit voltaïque est formé par 20 éléments moyens de Bunsen, et par une bobine de 960 spires, renfermant un tube de fer de 8 centimètres de diamètre et de 1 millimètre environ d'épaisseur. On peut le fermer ou l'ouvrir à volonté à l'aide d'une pointe de platine et d'une couche de mercure, qui communiquent respectivement avec chacun des rhéophores.

» Lorsque le platine ne touche pas le mercure et qu'on les met en communication avec les armatures d'un condensateur à lame de verre (surface armée de 3 mètres carrés), on entend un bruissement continu dans le noyau de fer. Le même effet se produit lorsque, supprimant le condensateur, on interpose une couche d'alcool entre le mercure et la pointe de platine. Le bruit cesse quand on supprime l'alcool, de façon que le platine et le mercure soient séparés par une couche d'air, et aussi quand on plonge la pointe dans le mercure.

» Ces faits indiquent que le courant passe à travers le verre dans le premier cas, à travers l'alcool dans le second, et que *son passage est intermittent*. Le noyau de fer subit une succession rapide d'aimantations et de désaimantations alternatives, et chacune des désaimantations occasionne un faible bruit dans le noyau. La succession rapide de ces bruits constitue le bruissement qu'on entend.

» Un galvanomètre indique seulement un courant continu dans le cas où le noyau de fer résonne. Cet instrument ne peut, en effet, indiquer autre chose, quand les intermittences sont très-rapprochées les unes des autres.

» Je pense que la cause de cette intermittence est l'action condensante du verre et de l'alcool. Lorsque les deux faces du corps isolant, qui sont en contact avec les rhéophores, ont acquis un certain potentiel électrique, une décharge aurait lieu à travers la couche isolante; le magnétisme du noyau s'accroîtrait pendant la charge du condensateur et diminuerait pendant sa décharge. Le bruit se produirait pendant la diminution du magnétisme. Après chaque décharge, il s'écoulerait un certain temps avant que le condensateur fût rechargé, et le même phénomène se reproduirait indéfiniment.

» On reconnaît aisément que le noyau résonne pendant la diminution de son magnétisme : il suffit de plonger la pointe de platine dans le mercure, puis de la retirer; à l'instant où l'étincelle jaillit au point d'interruption, on entend un bruit relativement intense dans le noyau de fer. C'est seulement la rupture du circuit qui donne lieu à ce son; la fermeture ne produit aucun effet, au moins dans mon appareil.

» M. de la Rive a découvert, en 1843, qu'un courant *interrompu à l'aide d'un rhéotome* engendre un son dans le fer d'un électro-aimant, mais je pense que le phénomène que je viens de décrire n'a pas encore été signalé.

» L'audition d'un son dans le noyau d'un électro-aimant peut être considérée comme un nouveau procédé d'investigation; nous venons de la voir

révélant l'intermittence du courant, dans des circonstances où les méthodes connues sont insuffisantes. Je citerai un exemple qui montre que cette méthode s'accorde avec les autres, quand on peut les employer simultanément.

» *Seconde expérience.* — Lorsqu'on observe l'étincelle de rupture du circuit précédent à l'aide du disque tournant, suivant le procédé que j'ai fait connaître à l'Académie le 7 avril dernier, cette étincelle paraît *composée*. Quand elle éclate dans l'alcool, et que la pointe de platine et le mercure communiquent avec les armatures du condensateur, le disque tournant montre que cette étincelle se compose de quatre ou cinq traits brillants successifs : l'intervalle des traits va en diminuant à partir du premier. (J'ai déjà signalé la division de cette étincelle par un autre procédé, *Bulletin de la Société Philomathique*, 13 mai 1865, et journal l'*Institut*, 31 mai 1865.)

» Le bruit que produit l'étincelle de rupture présente un mode de division semblable. Il en est de même de celui qu'on entend dans le condensateur et de celui qui a lieu dans le noyau de fer : ces trois bruits sont *composés* exactement de la même manière.

» La production d'un bruit dans le condensateur prouve qu'il y a une décharge partielle à travers la matière isolante, bien que celle-ci ne paraisse percée nulle part.

» On augmente le bruit du condensateur en augmentant sa surface, jusqu'à une certaine limite qu'on ne peut dépasser. En même temps, on voit diminuer l'étincelle entre le mercure et la pointe de platine. Ces modifications indiquent un changement dans la distribution de l'électricité, que l'on pourrait analyser mathématiquement en considérant l'alcool de l'interrupteur comme la lame isolante d'un second condensateur, réuni au premier par les armatures de même signe.

» Je pense qu'il n'y a pas de différence essentielle entre l'intermittence du courant, qui accompagne la rupture du circuit dans les circonstances que je viens de décrire, et celle que présente ma première expérience.

» *Troisième expérience.* — La pointe de platine de l'interrupteur à mercure est vissée dans un écrou fixe, de façon qu'on puisse la faire monter ou descendre. Le mercure et la pointe communiquent respectivement avec les armatures d'un condensateur, de 1 mètre carré environ de surface. Le reste du circuit est disposé comme précédemment.

» La pointe étant plongée dans le mercure, on l'élève graduellement jusqu'à ce que l'étincelle jaillisse à travers l'alcool. Dès lors, la pointe

restant fixe, une succession d'étincelles s'établit et persiste pendant longtemps. Ces étincelles sont vives et bruyantes; on peut aisément les compter.

» Il est évident que le niveau du mercure oscille au-dessous de la pointe.

» Voici une cause possible de cette oscillation; l'étincelle étant formée par la vapeur de mercure, la force élastique de cette vapeur déprime le niveau du liquide; celui-ci revient à son niveau primitif, le dépasse en vertu de sa vitesse acquise et rejoint la pointe de platine. En retombant, le mercure produit une nouvelle interruption et le même phénomène se renouvelle.

» Cette cause purement mécanique ne peut être la seule : car les circonstances favorables à ce nouveau mode *d'interruption automatique* sont celles qui accompagnent la décomposition de l'étincelle de rupture en un petit nombre de traits brillants successifs. On reconnaît cette corrélation en changeant l'étendue du condensateur, ce qui modifie le nombre des divisions de l'étincelle. C'est ainsi qu'en diminuant la surface de ce condensateur on voit les étincelles se succéder de plus en plus rapidement, et finalement, quand on supprime ce condensateur, on n'a plus qu'un arc voltaïque crépitant. Il est probable que la période d'oscillation du mercure comprend un nombre déterminé d'intermittences dans la décharge du condensateur, et que ces deux causes sont dans une dépendance mutuelle.

» Je crois qu'on doit assimiler la décharge à travers l'air, sous forme d'arc voltaïque, et la décharge à travers le verre dont la première expérience nous fournit un exemple, et que les crépitations bien connues de l'arc voltaïque sont dues à la même cause que les phénomènes dont je viens de parler. Tous ces faits seraient rattachés les uns aux autres à l'aide d'une proposition unique : *l'interposition d'une résistance convenable dans le circuit voltaïque détermine l'intermittence du courant*. Les lois de cette intermittence devront être étudiées avec interposition d'un condensateur, parce que les périodes sont assez longues pour être observées facilement. Les lois trouvées de cette manière seront ensuite généralisées et devront conduire aux lois connues des courants qu'on regarde comme continus.

» On ne saurait négliger de tirer de l'ensemble de ces considérations cette importante conclusion, que *le courant est une succession de modifications qui s'accomplissent périodiquement dans le circuit.* »

PHYSIQUE. — *Sur un procédé destiné à constater les nœuds dans un tuyau sonore.* Note de M. **Bourbouze**, présentée par M. Jamin.

« Les nœuds de vibration dans les tuyaux sont les lieux où l'air est immobile, mais où il subit des compressions et des dilatations alternatives, synchrones avec la durée de la vibration. On les constate ordinairement en montrant qu'une membrane couverte de sable, introduite dans le tuyau, ne vibre pas.

» M. Kœnig a imaginé de placer dans la paroi une capsule, fermée intérieurement par une membrane flexible et dans laquelle circule un courant de gaz d'éclairage qu'on allume. Quand le tuyau porte la membrane comprimée, il dilate alternativement le courant d'hydrogène carboné et la flamme éprouve des oscillations, que l'on constate en les regardant dans un miroir tournant. Ce procédé est excellent, mais il ne se prête point aux projections qu'il est nécessaire de faire dans les cours.

» Je remplace ces capsules par une simple membrane de caoutchouc flexible, sur laquelle je colle un miroir argenté très-léger qui oscille avec elle. Par conséquent, si l'on fait réfléchir sur ce miroir les rayons partis d'un point lumineux et qu'on en projette l'image avec une lentille, on voit cette image s'allonger, comme dans les expériences de M. Lissajous, et souvent se transformer en une ellipse; elle a son maximum d'allongement quand le miroir est au nœud, elle se rapproche de l'immobilité et s'y maintient quand le miroir s'éloigne du nœud pour se placer sur un ventre.

» On peut placer cette membrane à l'extrémité des résonnateurs de Helmoltz, ou à l'extrémité d'un tube de caoutchouc fixé à l'extrémité de ces instruments, et l'on s'assure que le miroir vibre quand on produit dans le voisinage un son mixte, contenant la note propre aux résonnateurs.

» Ce nouveau procédé remplace avantageusement, dans les cours et dans les recherches d'investigation, ceux dont on a jusqu'à présent fait usage. »

HYGIÈNE. — *Action de l'eau aérée sur le plomb, considérée au point de vue de l'hygiène et de la médecine légale.* Note de M. **Fordos.**

« Les chimistes ont étudié l'action de l'eau sur le plomb, à propos des tuyaux dont on se sert pour la conduire et des réservoirs dans lesquels on la conserve: ils ont constaté que l'eau pouvait, *dans certains cas*, contenir des sels de plomb; de là des plaintes formulées à différentes reprises

contre l'emploi de pareils tuyaux pour la distribution des eaux dans les villes; mais on s'est, je crois, beaucoup exagéré le danger; du moins je n'ai rencontré, dans quelques essais, et en opérant sur 10 litres, que des traces de plomb dans l'eau de la pharmacie de l'hôpital de la Charité. Si danger il y a, il me paraît bien minime à côté de celui que présente un autre emploi fréquent du plomb, comme on va le voir par les expériences qui font l'objet de cette Note, et que j'ai l'honneur de soumettre au jugement de l'Académie.

» Quand on ajoute du plomb avec de l'eau dans une fiole à médecine, on voit l'eau se troubler rapidement, et bientôt il se forme un dépôt blanchâtre qui n'est autre chose que du carbonate de plomb ou céruse; en même temps une couche très-légère de céruse se trouve fixée sur les parois du vase, et y adhère tellement que l'on ne parvient pas à l'enlever par des lavages répétés. Cette couche est visible quand on examine la fiole avec attention, et elle enlève au verre une partie de sa transparence. Vient-on à introduire dans la fiole quelques grammes d'eau acidulée par l'acide nitrique (5 grammes pour 1000 d'eau), de manière à pouvoir mouiller les parois, la couche disparaît, le verre devient très-limpide et l'on obtient une dissolution qui précipite en jaune par l'iodure de potassium, en noir par l'hydrogène sulfuré, et en blanc par l'acide sulfurique. Cette dissolution renferme donc un sel de plomb.

» J'ai répété cette expérience avec des flacons et des bouteilles en verre de composition différente, verre blanc, verre vert, verre bleu, verre noir : tous ces verres m'ont donné le même résultat. La quantité de plomb qui reste dans les bouteilles est très-variable; toutefois, dans mes expériences, elle ne m'a pas paru dépasser 1 centigramme de plomb par litre; dans quelques essais de dosage, j'ai obtenu de 4 à 6 milligrammes.

» Je me suis alors demandé ce qui arrive quand on introduit dans des bouteilles rincées avec du plomb des liquides alimentaires ou médicamenteux capables de dissoudre la céruse, et j'ai fait les expériences suivantes :

» J'ai introduit dans des fioles de 250 grammes, passées au plomb : 1° du vin blanc, 2° du vin rouge, 3° du vin de quinquina, 4° du vinaigre. Au bout de deux jours de contact, j'ai filtré tous ces liquides, et je les ai traités par l'hydrogène sulfuré : il s'est produit une coloration brune dans le vin blanc et dans le vinaigre; cette coloration est masquée par la matière colorante rouge dans le vin rouge et le vin de quinquina. J'ai recueilli sur

de petits filtres le sulfure de plomb produit, et, après avoir brûlé les filtres, j'ai traité les cendres par un peu d'acide nitrique dans de petites capsules placées sur un bain de sable. J'ai évaporé à siccité; l'examen des résidus, fait dans les capsules mêmes, indique la présence d'un sel de plomb. Une goutte ou deux de solution d'iodure de potassium (5 grammes d'iodure pour 100 d'eau) donne de l'iodure de plomb jaune, et la solution d'acide sulfhydrique produit une coloration noire; tous les liquides soumis à l'expérience se sont donc chargés d'une quantité notable de sel de plomb.

» Les faits que je viens de rapporter me paraissent offrir un grand intérêt au point de vue de l'hygiène. Tout le monde sait que l'on est dans l'usage de nettoyer avec du plomb les bouteilles destinées à contenir des liquides alimentaires ou médicamenteux; et les tonneliers, avant de mettre le vin en bouteilles, ont l'habitude de passer celles-ci au plomb et de les rincer ensuite à l'eau une fois seulement, de sorte que les bouteilles retiennent non seulement le carbonate de plomb adhérent, mais encore celui qui peut y rester par suite d'un lavage insuffisant; ce qui fait que le vin dont on les remplit se charge d'une quantité plus ou moins grande de sel de plomb, et devient plus ou moins dangereux pour la santé. Nul doute qu'un pareil vin n'ait, dans beaucoup de circonstances, occasionné des indispositions passagères, ou même des affections graves, dont la cause est restée inconnue. Ne serait-ce pas aussi à l'usage de ce vin plombifère qu'il faudrait attribuer la plupart de ces maladies aiguës ou chroniques des organes de la digestion, si fréquentes dans les villes, où l'on boit généralement plus de vin en bouteilles que dans les campagnes. C'est aux médecins à le rechercher.

» Puissent mes observations attirer l'attention de l'autorité chargée de veiller à la santé publique, et l'amener à prendre des mesures efficaces pour empêcher, à l'avenir, l'emploi du plomb pour rincer les bouteilles.

» Mes expériences me paraissent présenter encore un autre genre d'intérêt; considérées au point de vue de la médecine légale, les experts devront en tenir compte, lorsque, dans un cas d'empoisonnement, ils auront constaté la présence du plomb dans les organes. Si la quantité de plomb trouvée par les experts est très-minime, il y aura lieu de s'enquérir de la pureté des boissons alimentaires ou médicamenteuses prises avant la mort, ces boissons pouvant contenir accidentellement des sels de plomb.

» Enfin ces expériences sont de nature à expliquer la présence fréquente du plomb dans nos organes, constatée, il y a plus de trente ans, par MM. Devergie et Hervy : ce qui a porté ces deux chimistes à dire que le plomb

existe à l'*état normal* dans le corps de l'homme, opinion partagée par Orfila (1). »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur la présence et le dosage du titane et du vanadium dans les basaltes des environs de Clermont-Ferrand.* Note de M. V. **Roussel**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« Le titane a été reconnu dans le basalte depuis très-longtemps; néanmoins, on ne s'est guère occupé jusqu'ici de rechercher dans quelles proportions il peut s'y trouver. Quelques échantillons en renferment cependant assez pour qu'il soit intéressant de s'y arrêter.

» Dans ses analyses et ses recherches, M. Cordier a trouvé le titane dans le basalte à l'état de fer titané, et M. Delesse a confirmé cette indication. Enfin, M. Richard Apjohn a indiqué la teneur en acide titanique de deux basaltes d'Italie. En étudiant, sous ce point de vue, les basaltes des environs de Clermont-Ferrand, je les ai trouvés plus riches en titane qu'aucun de ceux qui avaient été analysés jusqu'ici.

» Pour retirer le titane des basaltes à l'état d'acide titanique, on peut opérer comme il suit. On fond la matière pulvérisée avec trois fois son poids de carbonate de soude; la masse refroidie est pulvérisée et traitée par l'eau aiguisée d'acide chlorhydrique, évaporée à siccité, chauffée pendant vingt-quatre heures au bain-marie, et reprise par l'eau acidulée, puis filtrée. La silice éliminée est, après calcination, mise à digérer pendant douze ou dix-huit heures, à chaud, avec de l'acide sulfurique concentré, traitée, après refroidissement, par une grande quantité d'eau froide et filtrée. On répète cette opération, et les liquides réunis sont additionnés d'ammoniaque qui précipite l'acide titanique. On le filtre, lave et calcine (A). Le liquide, séparé de la silice, renferme aussi de l'acide titanique. Pour l'en retirer, on le traite par le sulfate de soude, l'acide sulfureux et l'hyposulfite de soude; on fait bouillir vingt minutes, et l'on sépare par filtration le précipité formé de soufre, d'alumine et d'acide titanique. Le soufre est enlevé par une calcination ménagée, et le reste est mélangé au précipité A, mis à digérer à chaud avec l'acide chlorhydrique pur et concentré, dans un tube fermé à la lampe, afin d'éliminer l'alumine. Après cette série d'opérations, l'acide titanique reste seul; il est alors séché et pesé.

» Les mêmes basaltes renferment aussi du vanadium, mais en proportion

---

(1) Voir les observations faites par M. Dumas au sujet de cette Note, aux *Communications des Membres*, p. 1054.

beaucoup plus faible. Pour en retirer une quantité appréciable à la balance, il est nécessaire d'opérer sur un poids vingt fois plus fort que pour le titane.

» Le basalte est fondu avec le carbonate de soude et la masse oxydée par un peu de salpêtre. Après refroidissement, la matière est pulvérisée et traitée par une assez grande quantité d'eau bouillante, filtrée et lavée parfaitement. Le liquide est évaporé, bouilli avec du carbonate d'ammoniaque et filtré, traité par le sulfhydrate d'ammoniaque et laissé au repos pendant deux ou trois jours. Si la solution renferme du vanadium, on voit apparaître à ce moment la belle couleur rouge du sulfure de vanadium en dissolution dans le sulfure alcalin. On filtre et l'on verse dans la liqueur de l'acide chlorhydrique qui précipite le sulfure de vanadium mélangé de soufre; ce dernier disparaît en soumettant le mélange à une calcination modérée; le sulfure de vanadium VS^2 est pesé.

» Le tableau ci-après donne, en centièmes, la teneur en titane et en vanadium des basaltes d'Auvergne que j'ai étudiés :

Provenance des basaltes.	Titane pour 100 parties.	Vanadium pour 100 parties.
Puy-de-Dôme (col de Ceyssat)......	1,951	0,023
Orcine........................	1,792	0,020
Ternant........................	1,549	0,012
Montrodeix.....................	1,451	0,015
Gergovie.......................	2,378	0,011
Montrognon.....................	0,707	0,017
Montaudoux.....................	0,805	0,019
Royat (près la Grotte)...........	0,731	0,006
Prudelle.......................	1,756	0,011
Chanturgue.....................	1,890	0,008

» Je continue ces recherches, et je me réserve de comparer, sous le rapport de leur teneur en titane, les coulées diverses de basalte et les diverses parties d'une même coulée.

» Ce travail a été fait au laboratoire de chimie de la Faculté des Sciences de Clermont-Ferrand. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Méthode de dosage du sucre au moyen du fer.* Note de M. **Edm. Riffard**, présentée par M. Balard.

« L'acide tartrique, l'acide malique, l'acide citrique, l'albumine, le sucre possèdent la propriété connue d'empêcher la précipitation du fer dans les liqueurs alcalines.

» Du fer peroxydé, en dissolution dans une liqueur acide ne contenant pas de sucre, est précipité aussitôt que la liqueur est neutralisée par l'ammoniaque; mais, si le fer et le sucre se trouvent dans un certain rapport déterminé ou si le sucre est en excès, on obtient, après saturation par l'ammoniaque, un composé sucro-ferrique ammoniacal d'une belle couleur rouge, qui reste soluble dans la liqueur, pourvu qu'elle ne contienne aucun des métaux alcalino-terreux.

» Ayant étudié, comme élève de M. Juette, la méthode de dosage de l'acide tartrique qu'il a indiquée le premier d'après ces principes et qui a été présentée à l'Académie, j'ai cherché à en faire l'application au dosage du sucre, et j'ai reconnu que ce dernier participe exactement aux mêmes propriétés.

» Il importe pourtant d'établir deux distinctions, suivant l'état du fer peroxydé dans la solution.

» S'il est à cet état, encore imparfaitement connu, que l'on désigne sous le nom de *peroxyde modifié* et qu'on obtient en chauffant pendant longtemps à 100 degrés une solution neutre ou acide de perchlorure de fer cristallisé, 100 milligrammes de fer exigent pour rester en dissolution, en présence de l'ammoniaque, $2^{gr},710$ de sucre.

» Si, au contraire, on prépare la solution en dissolvant simplement dans l'eau pure du perchlorure de fer cristallisé, sans adjonction d'acide, 100 milligrammes de fer n'exigent que $2^{gr},587$ de sucre pour rester en dissolution.

» Si donc à cette solution on ajoute par 100 milligrammes de fer $2^{gr},587$ de sucre en toute quantité supérieure, puis de l'ammoniaque, de manière à rendre la liqueur très-nettement alcaline, on obtient, après avoir agité énergiquement, une liqueur rouge d'une limpidité parfaite et durable.

» Si, au contraire, à 100 milligrammes de fer on ajoute $2^{gr},587$ de sucre ou une quantité inférieure, puis de l'ammoniaque en excès, la liqueur, d'abord louche, laisse promptement déposer le précipité si caractéristique de peroxyde de fer.

» Le composé soluble qui se produit dans le cas d'une proportion de sucre égale ou supérieure à $\frac{2,587}{0,100}$ persiste en présence de l'alcool, de l'éther; mais il est détruit par la chaleur ou par les sels calcaires et sa précipitation est activée par les sels ammoniacaux ajoutés en excès.

» Toutefois, des expériences m'ont démontré que l'erreur qui résulterait de la précipitation produite dans les liqueurs limpides par le chlorhydrate d'ammoniaque formé dans l'essai est négligeable.

» Dans la pratique, on dissoudra $25^{gr},870$ ou $37^{gr},100$, suivant l'état de la solution ferrique, du sucre à essayer; on ajoutera quelques gouttes d'oxalate d'ammoniaque pour précipiter la chaux; on filtrera et l'on complétera un volume de 250 centimètres cubes; on prélèvera 25 centimètres cubes, et, suivant le nombre n de centièmes de sucre pur renfermé dans l'échantillon, on pourra ajouter n centièmes de fer, qui resteront dissous.

» On arrivera donc à avoir, dans deux essais, des résultats différents, savoir :

Avec n milligrammes de fer,	solution limpide,
Avec $n+1$,	précipité,

n étant le nombre de centièmes de sucre que contient l'échantillon.

» L'action du sucre interverti est plus forte que celle du sucre cristallisable. Il suffit de $0^{gr},357$ de sucre cristallisable interverti par l'acide chlorhydrique pour maintenir en dissolution 100 milligrammes de fer à l'état de peroxyde modifié.

» Or, comme certains sucres, exotiques principalement, renferment du sucre interverti qui peut fausser les résultats, j'évite complétement cette cause d'erreur en agitant à froid le sucre à essayer avec de l'alcool à 95 degrés et filtrant la liqueur. Le sucre interverti et quelques substances organiques acides passent en dissolution, tandis que le sucre reste indissous.

» Le procédé que je viens d'indiquer, et que j'ai appliqué bien souvent aux nombreuses analyses de sucre qu'il m'a été donné d'effectuer, m'a toujours fourni des résultats identiques à ceux du saccharimètre; il peut remplacer avantageusement cet instrument et pourrait, je crois, être mis sans difficulté entre les mains des employés de la régie pour la perception de l'impôt sur les sucres. »

HISTOLOGIE. — *Quelques faits relatifs au développement du tissu osseux.* Note de M. L. Ranvier, présentée par M. Cl. Bernard.

« Depuis le remarquable travail de H. Müller (1) sur le développement du tissu osseux, travail qui a ouvert pour l'histogénèse une voie entièrement nouvelle, un très-grand nombre d'histologistes se sont occupés de la même question. Ce serait sortir des limites de cette Note que de reprendre tous ces travaux. Mon intention est de donner simplement ici les princi-

(1) H. Muller, in *Zeitschrift für Wissensch. Zoologie*, t. IX, p. 147.

paux résultats de recherches que j'ai commencées il y a dix ans et que j'ai presque constamment poursuivies depuis cette époque.

» Je ne m'occuperai que des os en voie de croissance et développés aux dépens des masses cartilagineuses du squelette primitif. Pour les étudier, je me suis arrêté à la méthode suivante : des os d'embryon, séparés des parties molles qui les entourent, leur périoste étant soigneusement conservé, sont placés dans de l'alcool absolu pendant vingt-quatre heures, puis dans une solution saturée d'acide picrique. Lorsque, sous l'influence de ce dernier réactif, les sels calcaires sont complétement dissous, ce dont on juge à la flexibilité de l'os, celui-ci est plongé dans une solution sirupeuse de gomme arabique pendant quarante-huit heures, ensuite dans de l'alcool à 40 degrés. Après l'action de ces divers réactifs, le cartilage, la substance osseuse, la moelle et le périoste ont acquis une même consistance, et il est alors facile de pratiquer des coupes régulières dans des directions déterminées. Ces coupes sont mises pendant vingt-quatre heures, ou plus, dans l'eau distillée, qui dissout la gomme; après cela, elles sont colorées avec le picrocarminate d'ammoniaque et montées dans la glycérine, pour en faire des préparations persistantes. On peut traiter de la même façon des os dont le système vasculaire a été préalablement injecté avec le bleu de Prusse liquide. Ces diverses préparations montrent des détails de structure extrêmement délicats, que l'on ne voit aussi bien par aucun des procédés antérieurement mis en usage. Au moment où je rédige cette Note, j'ai sous les yeux un grand nombre de ces préparations.

» Je laisse de côté le dépôt de sels calcaires, précédé d'un agrandissement et d'un arrangement spécial des cellules de cartilage, qui caractérisent l'apparition du point d'ossification. Je suppose connue la disposition du cartilage d'ossification, et je passe de suite à l'observation de la ligne qui sépare l'os en voie de développement de son cartilage primitif. Cette ligne est généralement droite. Le cartilage finit brusquement; commence alors un tissu alvéolaire, dont les travées sont formées par la substance cartilagineuse infiltrée de sels calcaires, et dont les alvéoles correspondent aux capsules primitives. Ces alvéoles présentent de nombreuses communications et constituent un système caverneux, continu, renfermant des vaisseaux sanguins et de la moelle embryonnaire. Sur des préparations injectées et bien réussies, les premiers alvéoles, c'est-à-dire ceux qui font suite au cartilage, présentent chacun une anse vasculaire dont la convexité est en rapport direct avec une capsule secondaire destinée à disparaître bientôt. Je pense que la résorption de cette capsule, qui va mettre la cellule en liberté et

concourir à l'agrandissement de l'alvéole, est sous la dépendance de l'accroissement du vaisseau capillaire disposé en anse. J'ai trouvé souvent chez de jeunes embryons d'Homme, de Chien, de Bœuf, de Mouton et de Lapin, sur les lignes d'ossification du fémur, du tibia, de l'humérus et d'autres os longs, des anses capillaires terminales, dilatées à un degré tel, que l'alvéole en était rempli et paraissait plein de globules rouges du sang. Déjà Lovin (1) a soutenu que, dans le processus de l'ossification, les vaisseaux jouent le rôle le plus important et qu'ils apportent avec eux non-seulement les matériaux nutritifs, mais encore les éléments cellulaires de la moelle.

» Je passe sous silence les phénomènes qui se montrent dans les alvéoles médullaires, lors de la formation des corpuscules osseux et de la substance osseuse. Je dois indiquer seulement que, dans l'os développé aux dépens du cartilage, on retrouve toujours des vestiges de la substance cartilagineuse sous la forme de petites masses triangulaires ou quadrangulaires dont les côtés courbes se regardent par leur convexité. Sur des préparations teintes au carmin, ces figures sont incolores, tandis que la substance osseuse est colorée. Elles se colorent en violet foncé par le bleu de quinoléine, en bleu par le bleu d'aniline, et en violet par l'hématoxyline. C'est M. Kölliker qui m'a montré dernièrement l'action de l'hématoxyline sur les os embryonnaires, et il m'a offert des préparations démonstratives, mais inférieures, même à ce point de vue, à celles que l'on obtient par les autres procédés.

» Ce que je viens d'exposer établit qu'il est toujours facile de reconnaître les portions d'un os, développées directement aux dépens du tissu cartilagineux, de celles qui se forment à la surface de l'os. Ces dernières sont celles qui présentent le plus grand intérêt, surtout depuis les expériences si justement estimées de mon savant ami M. Ollier : aussi ont-elles particulièrement attiré mon attention.

» Sur une coupe longitudinale bien réussie d'un os long d'un embryon de Mammifère, passant par l'axe de l'os et comprenant le cartilage épiphysaire, le périoste et l'os proprement dit, il est facile de voir la limite entre l'*os périostique* et l'*os cartilagineux*. Ce dernier occupe le centre et rappelle la coupe longitudinale d'un sablier. L'os périostique forme de chaque côté une figure semilunaire. Il serait possible de représenter l'os, à cette période de développement, par un schéma ainsi compris : un sablier figurant l'os cartilagineux est placé debout dans un vase cylindrique re-

(1) *Studier och Undersökninger öfver Benvöfnaden*, Stockholm, 1863.

présentant le périoste; l'espace compris entre eux correspondrait à l'os périostique. Cette forme ne se montre pas dans toutes les phases de la croissance d'un os long; mais elle existe toujours à une certaine période du développement, et je la choisis entre les autres parce qu'elle est la plus essentielle.

» Si nous considérons maintenant la ligne d'ossification qui établit la limite de l'os et du cartilage, nous observerons, aux extrémités de cette ligne, une *encoche* creusée dans le cartilage. Il est clair que cette encoche correspond, sur l'os considéré dans son entier, à une rainure circulaire. C'est sur cette encoche, *encoche d'ossification*, que je désire surtout attirer l'attention, parce qu'on y observe des détails de structure dont on ne peut méconnaître l'importance au point de vue de la formation de l'os. De la voute de l'encoche d'ossification partent des fibres qui, à leur origine, se confondent avec la substance fondamentale du cartilage, s'incurvent du côté de l'os embryonnaire et y pénètrent.

» Le vénérable M. Sharpey (1) a observé, il y a déjà longtemps, dans les os complétement développés, des fibres spéciales qui portent son nom. Il n'est pas douteux que les fibres dont je viens de parler deviendront des fibres de Sharpey; mais elles ne peuvent être encore considérées comme telles : aussi les appellerai-je *fibres arciformes*. Il convient d'étudier les fibres arciformes chez les embryons de Mouton, parce qu'elles s'y montrent avec une grande netteté. Elles existent cependant chez tous les autres mammifères que j'ai étudiés à cet effet. Dès qu'elles ont dépassé la limite du cartilage, ces fibres sont séparées les unes des autres par des cellules arrondies ou légèrement polyédriques, disposées en traînées. Ces cellules me semblent provenir des cellules du cartilage, devenues libres après la disparition de leurs capsules. Une série d'éléments intermédiaires, dont on ne pourrait donner une idée que par des dessins, viennent à l'appui de cette manière de voir. Ces cellules, nées dans le cartilage et placées entre les fibres arciformes, prennent peu à peu les caractères des cellules que M. Gegenbaur (2) a appelées *ostéoblastes*. C'est sous cette forme qu'on les observe le long des fibres arciformes, lorsque ces dernières pénètrent dans l'os embryonnaire, ou plutôt lorsqu'elles se recouvrent de substance osseuse pour constituer les premières travées sous-périostiques de l'os.

» Les fibres arciformes sont des fibres directrices de l'ossification; on

(1) SHARPEY, in *Quain's Anatomy*, 1867, t. I, p. 95.
(2) GEGENBAUR, in *Jenaische Zeitschrift für Medicin*, p. 343; 1864.

les retrouve dans l'intérieur de l'os et sur des coupes transversales de celui-ci; elles se montrent, dans les systèmes de lamelles intermédiaires, sous la forme de petits cercles ponctués. Sur la face externe du cartilage comprise dans l'encoche, et en deçà de la ligne d'ossification, il se forme une première lame osseuse que j'appelle *écorce osseuse périchondrale*. Celle-ci établira plus tard la limite entre l'os cartilagineux et l'os périostique.

» Je ne puis entrer ici dans de plus grands détails, bien qu'il me reste beaucoup à dire sur les rapports des fibres arciformes avec le périoste, les ligaments et les tendons : j'en ferai le sujet d'un travail plus étendu. J'ajouterai seulement que les os des Grenouilles, qui sont si rudimentaires, puisqu'ils sont constitués par un simple système de Havers, présentent une disposition vraiment démonstrative de l'encoche d'ossification. Le cartilage primitif se transforme directement en tissu médullaire, et le cylindre osseux est entièrement formé par l'encoche d'ossification.

» Les faits consignés dans cette Note ont été observés dans le laboratoire d'Histologie du Collége de France et ont déjà été exposés aux personnes qui y ont suivi mes conférences. »

ENTOMOLOGIE. — *Sur les* Pemphigus *du* Pistacia Terebinthus, *comparés au* Phylloxera quercûs. Note de M. **Derbès**, présentée par M. Milne Edwards.

« Un travail de M. Balbiani, inséré dans les *Comptes rendus*, séances des 13 et 20 octobre de cette année, contient des faits sur la manière dont se reproduisent les Phylloxeras du chêne, lesquels, outre l'intérêt qu'ils présentent par eux-mêmes, sont d'une importance incontestable, puisqu'ils contribueront à jeter du jour sur les diverses phases de l'existence du redoutable destructeur de nos vignobles. Parmi ces faits, dont je ne mets pas en doute l'exactitude, qu'il me soit permis de citer une petite omission, que je regrette d'avoir à relever, parce qu'elle me regarde.

» M. Balbiani, après avoir mentionné ses observations, se demande s'il existe dans les archives de la Science des faits analogues à ceux qu'il vient d'exposer, et il cite l'*Ascaris nigrovenosa*, le *Leptodera appendiculata*, et certains Rotateurs, tels que les *Brachionus*, chez lesquels la reproduction offre des anomalies qui ont quelques rapports avec celles qu'il a constatées chez le *Phylloxera quercûs*. Il aurait pu trouver dans le volume même des *Annales des Sciences naturelles* qui renferme une portion de son intéressant Mémoire sur la *Génération des Aphides* (t. XV, octobre 1871, art. 8, p. 3

et suiv.) des faits qui se rapprochent bien plus de ceux qu'il a observés, et qui ont trait à des animaux qui ont une affinité très-grande avec le Phylloxera, les *Pemphigus*, Aphidiens qui vivent sur le Térébinthe.

» En effet, chez ceux-ci, on observe une similitude presque complète avec ce qui se passe chez le *Phylloxera quercûs*: un premier individu, issu d'un œuf, produit sans fécondation, dans une galle, une première génération qui demeure aptère, laquelle en enfante de la même manière une seconde, qui prend des ailes; celle-ci abandonne l'arbre où elle a vécu jusque-là et, toujours sans fécondation sexuelle, produit des individus de troisième génération, qui probablement, après avoir passé l'hiver en un lieu qu'il reste encore à trouver, reviennent au printemps avec des ailes sur les branches du Térébinthe, où ils déposent chacun une progéniture se composant de petits individus, les uns mâles, les autres femelles. Ceux-ci composent la quatrième génération, s'accouplent et n'ont d'autres distinction que celle de donner une nouvelle impulsion à la vie par la fécondation. C'est leur rôle essentiel, ou mieux leur rôle unique : aussi sont-ils dépourvus de tout organe qui leur servirait à la préhension des aliments; ils n'en ont pas besoin pour l'accomplissement de la fonction qui leur est dévolue et qu'ils rempliront dans un temps très-court.

» Les principales différences qui existent entre les Phylloxera et les *Pemphigus* consistent en ce que, dans ceux-là, les individus qui produisent les mâles et les femelles sont de deux sortes, les uns munis, les autres dépourvus d'ailes, tandis que chez ceux-ci, ces individus sont tous doués de ce moyen de locomotion; en ce que, chez les *Pemphigus*, l'œuf unique reste dans la femelle, dont la peau durcie lui sert d'enveloppe; de cette sorte de kyste sort un individu qu'on peut appeler de cinquième génération, qui recommence le cycle des reproductions; et ensuite en ce que M. Balbiani n'a remarqué ou du moins n'a cité aucune différence entre les diverses générations, si ce n'est l'absence ou la présence des ailes, tandis que, chez les *Pemphigus*, les cinq générations, qui se succèdent dans un ordre parfaitement déterminé, ont des formes diverses, qui pourraient les faire prendre pour autant d'espèces différentes; à quoi l'on peut ajouter encore que les diverses générations de *Pemphigus*, excepté la dernière, se composent d'individus tous produits vivants, tandis que, chez les Phylloxeras, toujours ils sortent d'un œuf pondu; mais il faut convenir que les ressemblances sont plus importantes que les différences. »

« M. Milne Edwards, en présentant la Note précédente, ajoute que

M. Balbiani ne manquera pas de citer les observations intéressantes de M. Derbès dans le Mémoire sur le Phylloxera du chêne, dont un extrait a été publié dans les *Comptes rendus*, mais qu'il y a, entre ce dernier insecte et les pucerons des différences considérables dans le mode de reproduction, l'un étant toujours ovipare, l'autre tantôt vivipare, tantôt ovipare. Or les *Pemphigus* sont des pucerons. »

ZOOLOGIE. — *Sur un nouveau genre de Lémurien fossile, récemment découvert dans les gisements de phosphate de chaux du Quercy*. Note de M. **H. Filhol**, présentée par M. Milne Edwards.

« M. Delfortrie, dans une Communication qu'il adressait, il y a quelques mois, à l'Académie (1), annonçait la découverte, dans les gisements tertiaires de phosphate de chaux du Quercy, d'un Lémurien fossile qu'il désignait par le nom de *Palæolemur Betillei*. C'était le premier Lémurien fossile connu, ou du moins c'était le premier dont la détermination exacte était établie; car plusieurs dents d'animaux de ce groupe avaient été trouvées dans d'autres gisements et rapportées à tort à des Herbivores.

» J'ai reçu, ces jours derniers, de M. Martignac de Saint-Antonin, un crâne de Lémurien différent de celui que M. Delfortrie avait décrit, et constituant un genre nouveau.

» Sa taille est inférieure de beaucoup à celle du *Palæolemur Betillei*, et peut être comparée à celle du Galago du Sénégal (*Galago senegalensis*). Les orbites sont grandes et indiquent un animal nocturne. Pourtant nous savons, par l'exemple des *Perodicticus*, qui sont les animaux les plus essentiellement nocturnes que nous connaissions, que les orbites sont loin de prendre toujours un développement aussi grand et de devenir par cela même caractéristiques.

» L'espace interorbitaire est assez considérable et par cela très-différent de ce qu'il est chez les Loris. Les crêtes temporales viennent se réunir à la partie postérieure du front, tandis que dans les Nycticèbes elles se portent directement en arrière sans se réunir.

» Si l'on examine la dentition, on remarque que les dents sont beaucoup moins aiguës que dans les Loris, et que la première prémolaire de la mâchoire supérieure est beaucoup moins développée.

» C'est avec les Galagos que la nouvelle espèce que je décris présente le

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXXVII, p. 64.

plus de ressemblance, par la forme de ses molaires, par la courbe du bord dentaire supérieur. Mais, chez les Galagos, il existe entre la première et la deuxième prémolaire supérieure une sorte de barre que l'on ne retrouve pas chez le Lémurien des phosphorites. D'autre part, la première prémolaire supérieure chez les Galagos est très-forte et a un aspect caniniforme qu'elle ne possède pas chez le Lémurien dont je parle.

» La forme du maxillaire inférieur est celle du maxillaire inférieur du Galago, et les caisses tympaniques ont le même développement.

» En résumé, c'est de ce genre que l'animal trouvé dans les phosphates de chaux est le plus voisin, bien qu'il présente quelques affinités avec les Loris. J'indique brièvement dans cette Note les caractères spécifiques, sur lesquels je reviendrai avec plus de détails dans un Mémoire qui paraîtra dans le prochain numéro des *Annales des Sciences géologiques,* et je propose de désigner ce Lémurien par le nom de *Necrolemur antiquus.* »

MÉTÉOROLOGIE. — *De l'influence exercée par la Lune sur les phénomènes météorologiques.* Note de M. E. MARCHAND.

« La doctrine de l'influence exercée par la Lune sur les changements de temps, professée au siècle dernier par Joseph Toaldo Vicentin, n'est point admise aujourd'hui dans la Science. Cependant l'expérience montre que les derniers jours de la seconde lunaison qui succède à l'équinoxe du printemps, ceux qui sont voisins ou témoins de la fête de l'Ascension, sont bien souvent plus atteints par les orages et les grêles que ceux qui les précèdent ou les suivent. Cette observation, que j'ai eu l'occasion de faire bien des fois, avait fait naître des doutes dans mon esprit; elle m'a conduit à essayer de chercher la vérité, en procédant au dépouillement des registres sur lesquels j'ai consigné les résultats des observations auxquelles je me suis livré, sans interruption, dans la période des vingt années écoulées du 1er janvier 1853 au 31 décembre 1872. Je suis arrivé ainsi à quelques conclusions qui me paraissent dignes d'attirer l'attention de l'Académie.

» Mes études ayant porté d'abord sur le mode de distribution des orages, je n'ai pas tardé à me trouver en présence de faits tellement significatifs, qu'ils m'ont conduit à rechercher sur les registres de l'Observatoire de Paris si j'en trouverais la confirmation. Grâce à la bienveillance de M. Delaunay, j'ai pu me livrer à un travail qui m'a mis à même de relever 1081 orages, sur lesquels 1044 ont trouvé leur répartition normale, entre tous les jours pendant lesquels ils avaient éclaté, durant les six lunaisons

qui succèdent à l'équinoxe du printemps. En agissant ainsi, j'ai obtenu la justification des déductions auxquelles mes observations antérieures m'avaient conduit, et, de l'ensemble des faits que j'ai recueillis, il résulte que, dans le pays compris entre Paris et la Manche (qui baigne la ville de Fécamp), l'apparition des orages est en rapport bien appréciable avec l'âge de la Lune.

» Ainsi, de la distribution des 1044 orages ci-dessus indiqués et développés durant le printemps et l'été des années 1785 à 1872, il résulte que les probabilités de l'apparition du phénomène sont grandes les dixième, quatorzième et quinzième jours de la Lune, mais surtout le dixième; qu'elles sont appréciables le dix-huitième; qu'elles s'accentuent le vingt et unième, pour décroître dès le vingt-deuxième, et enfin qu'elles reprennent une importance très-marquée dans les trois jours qui précèdent ou qui suivent la néoménie. En revanche, ces probabilités descendent à leur minimum le vingtième et le vingt-quatrième jour, mais surtout le sixième.

» Ces résultats, déduits de la répartition méthodique des orages entre tous les jours des six lunaisons, condensés en une seule série moyenne, sont trop généraux. Ils prennent un caractère plus particulier et mieux défini quand on étudie spécialement dans chaque mois lunaire le mode de distribution des phénomènes qui lui sont afférents. On trouve alors que, si des orages éclatent à tous les âges de la Lune, les chances de leur apparition se présentent plus particulièrement, pendant chaque lunaison, aux dates qui vont être indiquées, surtout si ces dates correspondent elles-mêmes à des dates critiques du calendrier grégorien; car il est plusieurs de ces dates qui sont affectées plutôt que d'autres par le phénomène, ainsi que je l'établirai dans un Mémoire spécial.

» Voici les dates critiques de chaque lunaison :

1re lunaison.....	2	»	14	21	27
2e »	2,3,4	8	14,15	»	28
3e »	2,3	9,10	13,14	18	26
4e »	1,2,3	10	»	21,22	28,29
5e »	1,2	10	15,16	2	27,28
6e »	1,2	9,10	14	20,21	26

» La constance avec laquelle se représentent les dates du 2, du 10, du 14, du 21 et celles voisines du 28, est fort singulière. Je ne saurais trop insister pour la faire remarquer.

» En présence de ces résultats, qui mettent si bien en évidence la liaison qui existe entre l'âge de la Lune et les phénomènes dont le tonnerre est la

manifestation bruyante, je n'ai pas hésité à m'imposer la fastidieuse tâche de rechercher l'influence que notre satellite peut exercer encore sur la marche du thermomètre et du baromètre, sur l'état du ciel et sur la distribution des pluies. En accomplissant ce travail, je suis arrivé à trouver les chiffres qui, déduits des vingt années complètes d'observations, sont reproduits dans le tableau suivant : ils font voir, ce me semble, que, pour être bien peu sensible, l'influence exercée par la Lune sur notre atmosphère et sur les phénomènes qui s'y accomplissent n'est cependant pas contestable.

NATURE des phénomènes observés.	ÉTAT DE LA LUNE					
	ENTRE LES QUADRATURES			ENTRE LES SYZYGIES		
	du dernier quartier au premier (astre obscur)	du premier quartier au dernier (astre éclairé)	Différences en faveur de la phase obscure.	pendant les 15 jours du croissant.	pendant les 15 jours du décours.	Différences en faveur de la deuxième quinzaine.
Températ. diurne, moyenne.	9°,969	9°,965	0°,004	9°,932	10°,002	0°,070
Pression barométr. diurne, moyenne................	760mm,170	759mm,668	0mm,502	760mm,071	759mm,767	— 0mm,304
État du ciel : nébulos. diurne, moyenne................	0,587	0,598	— 0,011	0,583	0,602	0,019
Total observé des jours... de pluie...	2008	1867	141	1903	1972	69
Total observé des jours... d'orage....	178	162	16	165	175	10

» Ainsi, pendant les quinze jours qui séparent le premier quartier du dernier, la température diurne est, en moyenne, de 0°,004 plus faible qu'elle ne l'est pendant les quinze jours suivants. Pendant ceux-ci, la pression atmosphérique est plus intense, et, si la puissance de la nébulosité y est un peu moins prononcée, le nombre des jours de pluies, comme celui des orages, y devient prépondérant. Sous ce rapport, les huit derniers jours de la Lune qui finit et les sept ou huit premiers de celle qui lui succède voient s'aggraver d'un treizième la valeur pluviogénique de la période qu'ils représentent, comparée à la même valeur des quinze jours précédents ou suivants, comme ils voient s'augmenter d'un dixième les chances d'apparition des orages.

» En outre, pendant le décours, entre les syzygies, tous les phénomènes météorologiques s'accentuent plus énergiquement : la température s'élève, pour la moyenne diurne, de 0°,07, et, conséquence immédiate, la pression de l'air diminue, le ciel s'obscurcit davantage, quoique bien peu, tandis que

le nombre des jours de pluies et celui des orages deviennent plus considérables.

» Tous les résultats obtenus peuvent encore être groupés de la façon suivante :

	Températures diurnes.	Hauteurs du baromètre.	Nébulosité.	Pluies.	Orages.
	°	mm			
Nouvelle lune.....	9,94	759,86	0,583	134	13
Premier octant....	9,90	60,12	0,590	137	8
Premier quartier...	9,98	60,45	0,550	118	14
Deuxième octant...	9,85	60,35	0,580	133	7
Pleine lune.......	9,94	59,43	0,587	120	9
Troisième octant...	9,96	59,11	0,620	141	13
Dernier quartier...	10,16	59,89	0,597	133	11
Quatrième octant...	10,09	60,35	0,595	145	14

» Je ne discuterai pas ici ces nouveaux renseignements; je me borne à les exposer. Cependant si, à l'imitation de Bouvard étudiant les chiffres réduits des observations de Flaugergues, j'établis une comparaison entre la valeur des pressions moyennes inscrites pendant les syzygies et les quadratures, je trouve pour différence au profit des quadratures $0^{mm},44$. Les observations de Flaugergues donnent $0^{mm},42$, et celles de Toaldo Vicentin $0^{mm},46$. Cette différence est donc normale, sous nos latitudes, pour l'heure de midi, puisqu'elle se rapporte, dans les trois cas, à des observations faites à cette heure de la journée.

» En cherchant à établir une analogie entre les attractions exercées par la Lune sur l'atmosphère et sur les eaux de l'Océan, on est arrivé à émettre la pensée que les *marées* atmosphériques, si elles se produisent, sont peu appréciables. Cette opinion ne me paraît pas devoir être maintenue; car, si l'on tient compte de ce fait que, dans le port de Fécamp, la mer est dans son plein à midi le troisième et le dix-septième jour de la Lune, tandis qu'elle y est basse à la même heure les dixième et vingt-cinquième jours, la comparaison des pressions aux époques indiquées conduit au résultat suivant :

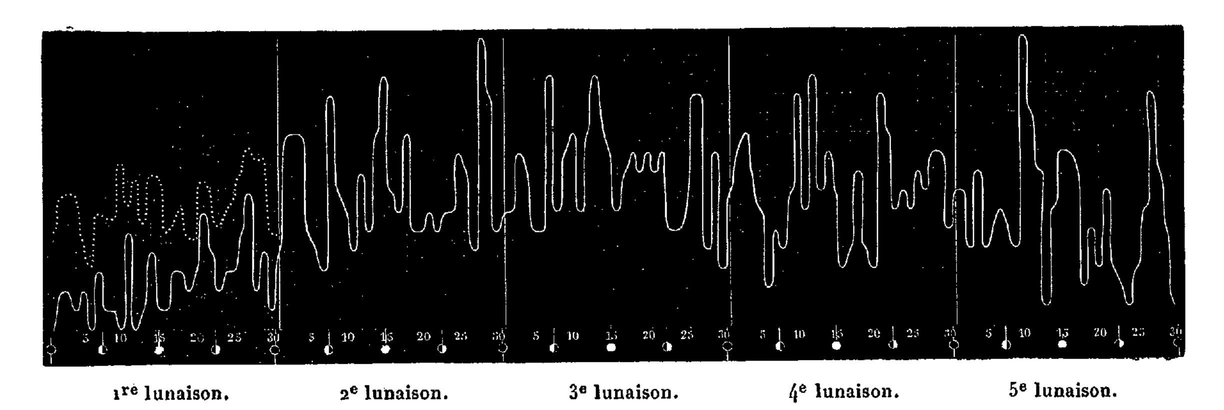
La pression	à mer basse	le 10e jour de la Lune...	=760,28 mm	moyenne...	=760,15 mm
		le 25e jour » ...	=760,02		
	à mer pleine	le 3e jour de la Lune...	=759,81	moyenne...	=759,33
		le 17e jour » ...	=758,85		
Différence en faveur des heures où la mer est basse.........					0,82

» Cela correspond à une vague atmosphérique de $8^{m},62$ de hauteur, si on la considère comme étant formée de l'air qui existe normalement au ni-

veau de la mer. C'est, comme on le voit, une valeur qui ne saurait passer inaperçue et que l'on ne peut négliger. »

M. Marchand, en transmettant cette Note à l'Académie, demande l'ouverture d'un pli cacheté qui a été déposé par lui le 19 février 1872. Ce pli, ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel, contient l'indication d'un certain nombre des résultats mentionnés dans la Note précédente : il contient, en outre, le diagramme suivant, relatif à la distribution des orages.

Diagramme représentant la distribution générale des orages entre tous les jours de chacune des cinq premières lunaisons de 1785 à 1871 (observations faites à Paris de 1785 à 1852, et à Fécamp de 1853 à 1871). (La première lunaison est celle qui prend naissance après l'équinoxe du printemps.)



1re lunaison. 2e lunaison. 3e lunaison. 4e lunaison. 5e lunaison.

TÉRATOLOGIE. — *Sur le pied d'Homme à huit doigts, dit* pied de Morand. Note de M. A. LAVOCAT.

« En 1770, Fr. Morand, médecin des hôpitaux de Paris, publia, dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences*, des recherches sur les anomalies des doigts de l'homme. L'une des observations recueillies par Morand avait pour sujet un pied d'Homme à huit doigts; c'est ce que les tératologistes ont généralement désigné sous le nom de *pied de Morand*.

» Dans l'étude de cette anomalie, ce qui est le plus important, c'est la détermination exacte des doigts atteints de duplication. Morand n'a pas cherché à résoudre cette question; Geoffroy Saint-Hilaire, dans son *Traité des anomalies*, s'est borné à constater les dimensions relatives des doigts et le nombre de leurs phalanges. En 1869, M. Delplanque, vétérinaire à Douai, a entrepris de déterminer quels étaient les doigts surnuméraires du pied de Morand; les résultats auxquels il est arrivé ne nous ont pas paru complétement exacts. Après avoir examiné le dessin joint au Mémoire de Mo-

rand, et en nous appuyant sur le principe des connexions, nous sommes arrivé aux conclusions suivantes :

» En procédant de dehors en dedans, c'est-à-dire du petit doigt au pouce, le premier doigt est double : son métatarsien, simple en haut, répond au premier os cuboïde; en bas, il se bifurque et chaque branche porte trois phalanges. Le doigt surnuméraire est ici, comme d'ordinaire, en dehors du doigt normal.

» Le deuxième doigt est simple, complet et caractérisé par sa connexion avec le deuxième os cuboïde.

» Le troisième doigt est reconnaissable par son contact avec le premier cunéiforme. Il est double comme le premier doigt, c'est-à-dire par bifurcation de son métatarsien : le doigt principal est régulier; le doigt accessoire est situé en dedans et ne porte que deux phalanges.

» Le quatrième doigt est normal et répond, comme d'ordinaire, au deuxième os cunéiforme.

» Le cinquième doigt est complétement double, et la duplication atteint même les pièces tarsiennes. Il y a donc deux pouces complets, ayant chacun deux phalanges, comme à l'ordinaire : le premier a pour base le troisième cunéiforme, et, par conséquent, il ne peut pas être une duplication du quatrième doigt; c'est le pouce régulier, bien qu'il soit moins long et moins fort que le pouce surnuméraire. Ce dernier est en dedans du pied, comme est en dehors le petit doigt surajouté. Il joue sur un troisième cunéiforme qui est, comme lui, supplémentaire. Les grandes proportions de ce doigt expliquent parfaitement le moindre développement du vrai pouce; c'est un remarquable exemple de la loi de balancement organique.

» En résumé, l'examen des os du tarse démontre que, dans le pied anomal, les pièces constitutives ne s'éloignent de l'état normal que pour se rapprocher du type. Dans la région des doigts, il est évident que trois sont doubles et que, d'après les connexions régulières, ce sont le premier, le troisième et le cinquième : les deux premiers par bifurcation de leur métatarsien; le dernier par duplication complète. Enfin il est à remarquer que, d'après les observations recueillies jusqu'à présent, ces trois doigts sont précisément ceux sur lesquels la duplication a été constatée le plus souvent. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Procédé pour déterminer la direction et la force du vent; suppression des girouettes; application aux cyclones;* Note de M. **H.** Tarry. (Extrait.)

« Au moment où le décret du 13 février 1873, le vote de subventions importantes par les Conseils généraux, et la création d'une Inspection gé-

nérale des établissements météorologiques viennent de donner aux études de climatologie une nouvelle impulsion, il est d'une très-grande importance, alors que des stations ou observatoires vont être établis dans chaque canton, par les soins des Commissions météorologiques départementales de France et d'Algérie (1), de discuter le mérite des instruments mis à la disposition des observateurs. De tous les éléments de la climatologie, il n'en est pas dont la détermination laisse plus à désirer que la direction et la force du vent.

» Dans de très-rares observatoires, comme ceux des Pyrénées-Orientales, dont M. l'Inspecteur général Ch. Sainte-Claire Deville faisait l'éloge dans une des dernières séances, on se sert d'anémomètres, auxquels sont appliqués des enregistreurs électriques. Le nombre de ces stations modèles est extrêmement restreint; partout ailleurs on recommande et l'on emploie la *girouette*, pour déterminer la direction du vent, et les observateurs évaluent sa vitesse d'après leurs sensations personnelles.

» Or la girouette a trois défauts essentiels : 1° elle indique une direction lorsqu'il n'y a pas de vent ; 2° elle ne donne aucun moyen d'apprécier sa force ou sa vitesse; 3° elle ne fait connaître que la *composante horizontale*, et non pas la direction réelle du vent. En réfléchissant à ces inconvénients, il m'a semblé qu'il y a un moyen, à la fois simple et économique, d'y remédier. Il consisterait à substituer à la girouette une banderole légère et résistante, suspendue en forme de bannière à un anneau mobile, passé dans une tige verticale.

» Pour fixer les idées, supposons un paratonnerre portant, au quart de sa longueur à partir de la pointe, un renflement. On enfile sur la tige un anneau de cuivre, creusé en forme de poulie, qui vient reposer sur le renflement : dans la gorge de cette poulie mobile passe une corde nouée, dont les deux extrémités viennent s'accrocher, en forme de triangle, à un petit bâton; c'est à ce morceau de bois ou de métal qu'on attache la banderole. Dans ces conditions : 1° lorsqu'il n'y aura pas de vent, la bannière l'indiquera en tombant verticalement; 2° suivant que le vent sera plus ou moins fort, son extrémité s'écartera plus ou moins de la tige du paratonnerre; 3° à l'aide des mouvements de rotation de l'anneau autour de la tige et de la banderole autour du bâton, la bannière pourra prendre toutes les directions. Ainsi, dans le cas où la *composante verticale* du vent sera di-

---

(1) Les trois Commissions météorologiques départementales d'Algérie viennent d'être constituées par arrêtés préfectoraux des 11, 22 et 31 octobre 1873.

rigée de bas en haut, si celui-ci est suffisamment fort, elle s'élèvera au-dessus du plan horizontal qui passe par le point de suspension. Cet instrument serait *étalonné* et sa comparaison avec un anémomètre indiquerait l'angle de la bannière avec la verticale, qui correspondrait à une vitesse déterminée du vent. On aurait ainsi, à la fois, un paratonnerre et un instrument permettant d'étudier la direction réelle du vent.

» Enfin la méthode que j'indique permettrait de vider expérimentalement un débat qui s'est élevé à propos des *cyclones*. Au commencement de cette année, M. Faye a émis sa belle théorie des cyclones solaires, qu'il assimile en tous points aux cyclones terrestres; d'après cette théorie, les mouvements tourbillonnants de notre atmosphère s'exécuteraient, aussi bien que ceux de la photosphère, par engouffrement de haut en bas. Dans la séance du 7 juillet dernier, j'ai cru devoir contester cette assimilation, en affirmant que les cyclones terrestres sont dus à un mouvement d'*aspiration de bas en haut* (1), de sorte que, si le mouvement des cyclones solaires est réellement dirigé de haut en bas, ils sont différents des cyclones terrestres, dont le mouvement se fait en sens inverse.

» J'ai cité mes auteurs : Maury, pour les faits d'observation ; M. l'ingénieur Peslin, pour la discussion mathématique. Je pourrais ajouter que M. Buchan, secrétaire de la Société météorologique d'Écosse, est arrivé, par des considérations théoriques, aux mêmes conclusions que M. Peslin; M. Mohn, directeur de l'Institut météorologique de Norvége, dont les atlas de tempêtes font autorité, se range à l'opinion de Maury, après examen des faits (2). De son côté, M. Faye a cité avec éloge, dans les *Comptes rendus* du 10 février 1873 (3), l'ouvrage auquel il a emprunté l'opinion qu'il partage. Elle se trouve exposée en plusieurs passages du chapitre de cet ouvrage, intitulé : *Théorie des cyclones* (4). Le débat se trouve donc établi

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXXVII, p. 44.

(2) *Bulletin de l'Association scientifique de France*, t. V, p. 140.

(3) *Comptes rendus*, t. LXXVI. *Renvoi* au bas de la p. 303.

(4) « Dans les cyclones, une forte aspiration se produit dans le sens de l'axe et y appelle l'air des régions atmosphériques, situées au-dessus du disque tournant ou au-dessous, s'il en existe... L'aspiration par l'extrémité inférieure de l'axe de rotation est gênée par la surface terrestre. » (P. 226.)

« *Au-dessus* du disque tournant, l'air afflue de toutes parts vers l'axe du tourbillon. » (P. 227.)

« Le mouvement tournant, ayant pour effet d'*appeler vers la surface terrestre l'air des hautes régions*, est une condition favorable à la production des orages. » (P. 229.)

entre le Directeur de l'Observatoire météorologique de Montsouris et les illustres météorologistes dont j'ai cité les noms.

» Si l'on emploie la disposition que j'ai indiquée, lorsqu'un cyclone arrivera, selon que la bannière se dirigera de haut en bas ou de bas en haut, on verra de quel côté est la vérité. Nous sommes, depuis un mois, dans la saison des cyclones, qui dure d'octobre à avril et remplace la saison des orages ; l'expérience sera donc bientôt faite. Je la signale aux météorologistes qui, jusqu'à présent, ne se sont préoccupés que de la composante *horizontale* du vent. La composante *verticale* a, selon moi, encore plus d'importance ; car c'est elle qui, dans le mouvement tourbillonnant des cyclones, *aspire* et transporte, à de grandes distances, non-seulement les sables jaunes du désert, qui tombent périodiquement en Italie (1) et les poussières noires du pôle (2), mais encore les insectes qui viennent tomber en pluie épaisse sur nos cités, comme les grosses mouches noires d'avril 1872, et les insectes qui ravagent nos vignes. »

A 5 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures et demie. É. D. B.

---

(1) De la prédiction du mouvement des tempêtes africaines. (*Bulletin de la Société de climatologie algérienne*, 1873.)

(2) *Comptes rendus*, séance du 18 août 1873.

ERRATA.

(Séance du 15 septembre 1873.)

Page 632, dernière ligne, *après les mots* hypertrophie généralisée, *ajouter* des artères.

(Séance du 3 novembre 1873.)

Page 1020, ligne 17,

au lieu de $g = \sqrt{f\sqrt{\frac{c^3}{R}0,0002106}}$, *lisez* $g = \sqrt{f\sqrt{\frac{c^3}{R}0,0002010624}}$.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 17 NOVEMBRE 1873.

PRÉSIDENCE DE M. DE QUATREFAGES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Daubrée** rend compte à l'Académie de la mission qu'elle lui a confiée, pour assister à l'anniversaire séculaire de la fondation de l'Institut impérial des Mines de Saint-Pétersbourg :

« Le témoignage d'estime et de sympathie que l'Académie des Sciences m'avait chargé de porter à l'Institut impérial des Mines de Saint-Pétersbourg, à l'occasion de l'anniversaire séculaire de la fondation de cet Établissement, a été accueilli avec gratitude par les membres du corps des Mines, ainsi que par les hautes notabilités qui ont pris part à cette solennité.

» Pendant les trois jours (2, 3 et 4 novembre, ou 21, 22 et 23 octobre, style russe) qui ont été consacrés à cette solennité, ces sentiments se sont manifestés chaleureusement, et j'en conserverai un profond souvenir.

» Une cérémonie religieuse d'actions de grâces a été célébrée, le premier jour, dans la chapelle de l'Institut des Mines. Le second jour, en présence d'une nombreuse assistance, dans laquelle figuraient, comme la veille, trois membres de la famille impériale, de nombreux représentants d'administra-

tions, de sociétés savantes et de corporations, se sont réunis dans la principale salle de l'établissement et ont apporté leurs adresses de félicitations. Le délégué de l'Académie des Sciences de l'Institut de France a été le premier appelé à la tribune. Des banquets ont été offerts à la suite des cérémonies de ces deux premières journées. Une visite détaillée de l'Institut des Mines, et particulièrement de ses riches collections, a occupé le troisième jour.

» Avec les vifs remercîments dont j'ai été prié d'offrir l'expression à l'Académie, j'ai l'honneur de lui présenter, de la part du directeur de l'Institut, M. le général de Kokscharow, la médaille commémorative de ce jubilé. »

ASTRONOMIE. — *Réponse aux remarques de M.* Tarry (1) *sur la théorie des taches solaires;* par M. **Faye.**

« Je croyais avoir répondu indirectement aux critiques de M. Tarry. Il avait été frappé de celles des astronomes italiens, et, comme ceux-ci assuraient que ma théorie était en contradiction avec les faits journellement observés par eux, il avait cru devoir chercher le côté faible d'idées qui d'abord lui avaient paru très-acceptables, ainsi que le moyen de les corriger. L'erreur que je devais avoir commise lui parut consister en ce que je faisais descendre les tourbillons du Soleil dans les profondeurs de sa masse gazeuse, tandis que, sur notre globe, les tourbillons, trombes ou cyclones de notre atmosphère sont ascendants. M. Tarry proposa donc un simple changement de mot dans cette théorie : faire monter les tourbillons solaires au lieu de les faire descendre. Un savant physicien, M. le Dr Reye, avait proposé antérieurement quelque chose d'analogue dans une étude très-élaborée, qui lui est propre, sur les deux ordres de phénomènes.

» Il ne m'était pas possible d'accepter le changement de sens indiqué par M. Tarry. En dépit du mot si fréquemment employé d'*éruption*, tous les faits solaires se prononcent contre l'idée que ce mot exprime, et contre toute hypothèse de mouvements ascendants à l'intérieur des taches (2). Il

(1) *Voir Comptes rendus*, p. 1119 de ce volume.

(2) A l'intérieur, dis-je, car les énormes flammes hydrogénées qui jaillissent si souvent aux environs des taches ne sortent jamais de leur prétendu cratère. C'est là une des faces, et la plus prodigieuse assurément, de la circulation de l'hydrogène solaire, dont l'action de

me parut suffisant de répondre aux astronomes italiens, de faire voir que la prétendue contradiction de ma théorie avec leurs observations, d'ailleurs si remarquables, tenait uniquement à un malentendu, et de montrer aussi à l'Académie que la théorie de M. le Dr Reye ne s'applique réellement pas aux phénomènes solaires.

» Je reconnais néanmoins qu'il est nécessaire de faire une réponse plus directe à M. Tarry. Il a soulevé un débat dont la solution importe à la fois à la Météorologie et à l'étude du Soleil.

» M. Tarry est d'avis, comme le Dr Reye et, à ce qu'il paraît, comme MM. Maury, Buchan, Mohn, Peslin, etc. (*Comptes rendus,* p. 1119), que les trombes sont ascendantes dans notre atmosphère; il en conclut qu'il en doit être de même sur le Soleil. Il ajoute, à l'appui de son opinion, que si les trombes étaient descendantes l'air s'en échapperait à la partie inférieure, tandis que nous constatons au contraire, du moins pour les cyclones, un afflux de l'air vers le centre de ces mêmes cyclones. Évidemment l'objection est bien formulée; elle s'appuie sur des faits très-nombreux, plus ou moins bien interprétés et sur des autorités imposantes : elle exige une réponse.

» Je la ferai d'autant plus volontiers qu'elle me fournira l'occasion de montrer qu'au besoin l'étude du Soleil peut rendre quelques services à la Météorologie.

» Les météorologistes sont en effet fort divisés, je ne dis pas seulement sur la question un peu embrouillée des cyclones, mais même sur la question beaucoup plus simple des trombes. Les uns veulent que l'air circule dans les trombes en descendant des hautes régions; les autres soutiennent que l'air y monte en vertu d'un genre d'appel particulier, en sorte que les trombes exerceraient une action mécanique d'aspiration et d'arrachement de bas en haut.

» Voici ce que je conclus à ce sujet de mes études solaires. Sur le Soleil, tous les mouvements tournants de la photosphère aboutissent à la forme trombe; ils sont tous descendants et se propagent coniquement de haut en bas dans la masse gazeuse pour ainsi dire indéfinie. La trombe s'arrête ou plutôt se défait dans des couches situées à une très-grande profondeur (1).

---

haut en bas des trombes solaires constitue la contre-partie, ou plutôt la cause médiate, et la force motrice empruntée par elles à la rotation.

(1) C'est sans doute la température rapidement croissante des couches inférieures qui

» Si l'on transporte à la Terre ces notions parfaitement établies pour le Soleil, on rencontre bien dans les trombes des phénomènes analogues, mais l'analogie presque complète pour les trombes va en diminuant pour les tournades et surtout pour les cyclones.

» C'est qu'il y a, sur notre globe, une circonstance spéciale qui limite le développement naturel des mouvements tournants, à savoir l'obstacle du sol, dont les météorologistes n'ont peut-être pas assez tenu compte. Cet obstacle du sol, déjà sensible pour les trombes, devient tout à fait prépondérant pour les cyclones, à tel point que ceux-ci me semblent être des trombes tronquées dès l'origine et réduites au bord circulaire de leur entonnoir.

» Considérons donc avant tout les trombes terrestres, c'est-à-dire le phénomène dans son entier, ou le moins altéré qu'il est possible par l'obstacle inévitable du sol, et voyons s'il se comporte comme son analogue sur le Soleil.

» Nous nous heurtons ici tout d'abord à l'opinion populaire qui attribue aux trombes une force aspiratrice. On y voit monter l'eau de la mer, disent certains témoins oculaires ; elle monte liquide ou en écume jusqu'aux nuages et de là elle retombe en pluie. On a été jusqu'à chercher si la pluie des trombes ou des typhons ne serait pas salée comme l'eau de la mer. De plus de savants physiciens ont tâché de prouver mathématiquement que le seul moyen d'expliquer l'aspiration constatée serait d'admettre en bas une rupture d'équilibre exigeant l'ascension d'une certaine masse d'air dans les hautes régions.

» D'un autre côté certains météorologistes et, en particulier, M. Peltier, dont M. Marié-Davy a adopté et développé la théorie avec une grande clarté, admettent le mouvement descendant des trombes, mais y font concourir essentiellement l'action électrique des nuages.

» Sur le Soleil, la question est loin d'être aussi indécise; si, comme je crois l'avoir prouvé, les taches et les pores sont des trombes, ces trombes sont descendantes, toutes, sans exception, et elles tendent à se propager indéfiniment par le bas. La profondeur de 600 ou 700 lieues, en moyenne, que j'ai assignée au bord inférieur de la pénombre est loin de donner une idée de la profondeur des trombes solaires elles-mêmes. L'existence d'un

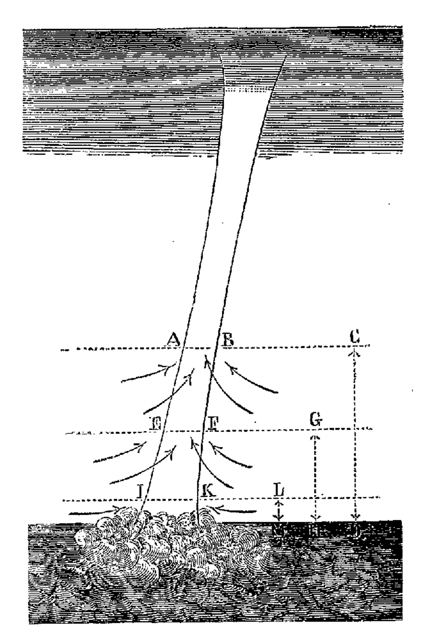
---

tend à dilater les trombes et favorise l'expulsion centrifuge des gaz et vapeurs, relativement froides, qui s'y sont engagés par le haut.

second noyau, plus foncé que le noyau ordinaire, permettra peut-être de déterminer une partie de cette profondeur; en ce moment je me borne à conjecturer, d'après la grandeur relative du noyau de M. Dawes, que les trombes solaires vont beaucoup plus loin que la pénombre, laquelle, il est vrai, enveloppe la trombe à quelque distance sans faire corps essentiellement avec elle.

» Voyons donc s'il n'en serait pas de même sur la Terre, toute proportion gardée et tout compte tenu de l'obstacle inévitable du sol; examinons s'il est possible que les trombes y aient un mouvement diamétralement opposé à celui qu'elles affectent sur le Soleil.

» Que M. Tarry veuille bien prendre, pour suivre mon raisonnement, le dessin d'une trombe quelconque. Voici celui de la trombe de Königswin-



Trombe de Königswinter, près Bonn, le 10 juin 1858.

ter, qu'on a observée avec beaucoup de soin à Bonn, le 10 juillet 1858, et que je trouve dans l'ouvrage du Dr Reye (1). Elle descendait des nuages au Rhin, ou, comme le voudraient M. Reye et M. Tarry, elle montait du

(1) *Die Wirbelstürme, Tornados und Wettersäulen... von Dr Reye*, p. 30-34. Voir aussi dans le même livre les trombes de M. Maxwell; voir les dessins donnés dans tous les ouvrages de météorologie.

Rhin aux nuages. Sur cette figure, où les lignes ponctuées ont été ajoutées par moi, mais dont les traits pleins sont fidèlement copiés sur le dessin de la p. 31 du livre susdit, on voit que le pied de la trombe a atteint le fleuve.

» Considérons la section AB et supposons d'abord que l'orifice inférieur de la trombe se termine là. Si elle est due à un appel ascendant de la couche d'air inférieure, les flèches indiqueront l'afflux de l'air dans le canal creux de la trombe, et CD sera l'épaisseur de la couche indéfinie qui se précipite de toutes parts vers cet orifice.

» Voici l'orifice de la branche qui s'abaisse en EF. La couche d'air appelée se réduit alors à une hauteur GH.

» Plus bas encore, la bouche de la trombe est en IK et la hauteur de la couche appelée est LM.

» L'aliment et, par suite, la force vive de la trombe vont donc en diminuant à mesure que son extrémité inférieure se rapproche du sol ou de l'eau. Au moment où cette extrémité atteint le sol ou la surface d'un lac, d'un fleuve ou d'une mer, l'épaisseur de la couche aérienne, dont l'afflux détermine le phénomène, devient nulle, et la force de la trombe doit s'annuler aussi. Toute communication étant rompue entre l'air inférieur et la trombe, celle-ci n'a plus de raison d'être, elle doit s'évanouir. Or c'est, au contraire, le moment où elle manifeste son énergie mécanique. Par un travail considérable et prolongé, elle fait bouillonner l'eau tout autour d'elle (*voir* la figure et tous les dessins analogues), ou bien, sur terre, elle abat les maisons, renverse les arbres, et promène, pendant de longues heures, la dévastation sur une grande étendue de pays. Donc la cause de ces mouvements violents, l'aliment de cette énorme force vive, sans cesse renouvelée, est en haut et non en bas; ces mouvements tourbillonnaires si violents sont descendants et non ascendants (1).

---

(1) Pour se rendre compte des relations des témoins oculaires, il ne faut pas perdre de vue : 1° qu'une trombe n'est visible que par les particules nuageuses que l'air entraîne à l'intérieur ou par les condensations que sa température, relativement basse, provoque autour d'elle; elle peut devenir partiellement transparente, par suite invisible, et semble alors rompue en tronçons; 2° qu'on n'a jamais constaté la direction de l'air dans le voisinage immédiat de la trombe; 3° la quantité d'air qui s'en échappe n'est pas suffisante pour produire un vent divergent sensible à grande distance; 4° l'électricité atmosphérique paraît être un phénomène coexistant et non déterminant. Cela est surtout manifeste pour les cyclones, que personne assurément n'aurait l'idée d'expliquer par l'électricité. L'alimentation d'une trombe s'opère par en haut, aux dépens de la force vive qui résulte de la différence de vitesse de vastes

» Nous voilà maintenant édifiés sur la première objection de M. Tarry et sur la valeur de l'opinion générale qui attribue aux trombes le pouvoir d'aspirer l'eau des étangs, des fleuves ou des mers, de déraciner les arbres comme on tire un bouchon, etc. La conclusion est que les trombes sont descendantes et non ascendantes; c'est un simple phénomène mécanique qui, partout, provient de la même cause et se comporte de la même manière, aussi bien sur la Terre que sur le Soleil. Les différences secondaires doivent évidemment tenir à la présence du sol sur lequel s'épuise leur action mécanique, et qui arrête tout court leur développement naturel en profondeur. Il ne faut donc pas s'étonner si, en transportant au Soleil son idée des trombes ascendantes, M. le docteur Reye est arrivé à une conception des taches totalement en désaccord avec les plus simples faits. Si j'acceptais celle de M. Tarry, il m'en arriverait tout autant.

» Est-il nécessaire de dire qu'on n'entend pas nier qu'il n'y ait dans notre atmosphère, comme sur le Soleil, des mouvements tourbillonnaires ascendants? Mais il suffit de citer lestourbillons de poussière de nos routes ou les flammes d'hydrogène tordues en spirales qui s'élèvent parfois au-dessus du Soleil, pour montrer qu'il n'y a pas là véritablement d'identité avec le phénomène si bien caractérisé des trombes terrestres ou solaires.

» Abordons maintenant la seconde difficulté que m'objecte M. Tarry. Dans les cyclones, l'air afflue vers le centre de l'ouragan. Si les cyclones terrestres étaient identiques aux taches solaires, c'est le contraire qui devrait avoir lieu, puisque nous voyons les cyclones par en bas. Au bas d'une trombe où l'air descendrait en tournoyant, cet air s'échapperait en effet avec une vitesse quelconque et fuirait le centre au lieu de marcher vers lui. Cette nouvelle objection est naturelle; elle exige aussi une explication.

» On la trouvera dans cette circonstance déjà mentionnée que, sur Terre, les phénomènes tournants sont entravés plus ou moins par l'obstacle du sol liquide ou solide. Pour les trombes, le phénomène se développe librement sur une grande étendue verticale; pour le cyclone, il est entravé à son début. Les cyclones sont de vastes trombes réduites à leur embouchure. Si nous pouvions nous transporter dans les courants supérieurs où naissent les trombes et où se forme l'orifice de leur entonnoir,

---

courants supérieurs. Cette force, qui suffirait sans doute à faire tourner en haut bien des ailes de moulin et à enfler bien des voiles de navire, se trouve, dans les trombes, concentrée par la gyration et amenée en bas. (*Voir* à ce sujet, dans les *Comptes rendus* du 20 octobre dernier, ma Note *Sur l'explication des taches solaires proposée par M. le Dr Reye.*)

nous assisterions aussi à ce mouvement convergent dont parle M. Tarry et qu'on observe dans les cyclones; mais nous voyons les trombes par en bas, dans un air souvent calme, où la cause première, située bien plus haut, nous échappe.

» Au contraire, les grands mouvements de l'atmosphère qui donnent lieu aux cyclones entraînent à la fois les couches supérieures et les couches inférieures; nous sommes à l'orifice même d'un entonnoir qui ne peut se prolonger à travers le sol, et nous assistons en plein au mouvement convergent qui engendre le cyclone, c'est-à-dire le rudiment supérieur d'une gigantesque trombe en tout semblable, par ses dimensions et son mode de rotation, à l'orifice des taches solaires.

» Je reconnais donc que le mot *trombe* conviendrait mieux aux taches, où le phénomène dynamique est toujours complet et simple, que le mot *cyclone* qui désigne un phénomène toujours entravé par une résistance exclusivement particulière à notre globe. Si je désire maintenir le mot *cyclone*, c'est que ce mot rappelle mieux l'échelle des phénomènes solaires et le lien qui les rattache, sur l'un et l'autre globe, au sens de la rotation.

» Mais il convient de ne pas perdre de vue les différences assez tranchées des trombes et des cyclones, différences qui tiennent toutes à l'influence du sol. Je ne veux pas dire par là que l'entonnoir des trombes soit placé au-dessus de la région supérieure des cyclones; c'est une simple affaire de dimensions relatives dont il est aisé de déduire l'opposition des résultats.

» Les météorologistes ont parfaitement raison de considérer les trombes, tournades, typhons et cyclones comme les faces diverses d'un seul et même phénomène dû à la gyration de masses atmosphériques. Seulement où est la cause qui les différencie aussi profondément?

» Cette cause est, je le répète, l'obstacle du sol qui, sans influence sur les mouvements gyratoires étroits (jusqu'au moment où ceux-ci se propagent coniquement jusqu'à lui), agit, au contraire, énergiquement et modifie dès l'origine les mouvements gyratoires de très-grande amplitude. Alors ceux-ci se réduisent bien vite, non pas même au disque tournant des météorologistes, disque bien mince en comparaison de son diamètre, mais à un simple anneau rasant le sol et tournant autour d'un centre calme et dégagé de nuages. Cet anneau marche en se dilatant peu à peu; à mesure qu'il se dilate, sa vitesse de gyration diminue; il disparaît finalement à force de s'être élargi. Souvent même une grande partie des effets

habituels de ces phénomènes atmosphériques fait complétement défaut, non-seulement au centre, mais sur une moitié de la circonférence de l'anneau où manquent les nuages et les pluies abondantes de l'autre moitié. Les trombes, au contraire, tout comme les taches, n'offrent pas d'espace central calme et dégarni; si elles se dilatent, ce n'est pas indéfiniment; elles finissent, tout autrement que les cyclones, en se contractant peu à peu et en se réduisant dans le sens de la largeur; leur développement vertical s'atrophie et semble remonter vers les nuages. De même les taches se réduisent à un pore, puis à un point invisible; sans doute, elles diminuent tout aussi rapidement en profondeur. La pointe du cône inférieur doit remonter à mesure que l'entonnoir se rétrécit.

» Quant aux tournades, elles me semblent plus voisines, ainsi que les typhons, des trombes que des cyclones. Ceux-ci apparaissent de loin, à l'horizon, comme une étroite bande de vapeurs d'une grande étendue. Quand ils arrivent, ils présentent une vaste région centrale de calme et de ciel clair, et souvent, comme je viens de le dire, une moitié de l'anneau ainsi formé est invisible faute de pluie et de nuages. Au contraire les tournades se présentent de loin comme un très-petit nuage isolé et rond que les navigateurs portugais appellent *œil de bœuf*, nuage si bien caractérisé que l'on peut bien y voir la perspective d'une véritable trombe. Il arrive plus ou moins rapidement, obscurcit bientôt le ciel tout entier et éclate en orage et pluie diluvienne (1).

» Ainsi les trombes, les tournades américaines, les typhons chinois et les grands cyclones de deux cents lieues de diamètre sont bien le même phéno-

---

(1) La plus ancienne et la plus nette description que je connaisse de ce phénomène se trouve dans la Bible, au livre Ier des Rois. Il s'agit de la grande pluie annoncée à Achab par le prophète Élie, pluie qui mit fin à la stérilité et à la famine dont la terre des Israëlites avait été frappée pendant près de trois ans :

« 41. Puis Élie dit à Achab : « Monte, mange et bois, car on entend le bruit d'une grande » pluie. »

» 43. Et il dit à son serviteur : « Monte maintenant et regarde vers la mer. » Il monta donc et regarda et dit : « Il n'y a rien. » Et Élie lui dit : « Retourne par sept fois. »

» 44. A la septième fois il dit : « Voilà une petite nuée comme la paume de la main » d'un homme, qui monte de la mer. » Alors il lui dit : « Monte et dis à Achab : attelle » ton char et descends, de peur que la pluie ne te surprenne. »

» 45. Et il arriva que les cieux s'obscurcirent de nuées de tous côtés et que le vent s'éleva, et il y eut une grande pluie. »

mène diversement modifié par l'obstacle du sol. Le sol coupe ces trombes par la pointe de leur cône allongé, les tournades beaucoup plus haut proportionnellement, et les cyclones tout près de leur embouchure, de manière à réduire ceux-ci à un simple anneau tournant autour d'un espace calme.

» Mais je n'aurais pas complétement répondu à M. Tarry, si je ne me préoccupais du point sur lequel ses études, fort intéressantes d'ailleurs, sur les pluies de sable et d'insectes, ont appelé si vivement son attention. Résulte-t-il, de ce que je viens de dire, que les cyclones ne puissent soulever des nuages de poussière, les maintenir à une certaine hauteur pour les laisser retomber plus loin en pluie sèche, lorsque leur courant s'est affaibli? En aucune façon. J'indique, d'une manière générale, l'influence de l'obstacle du sol qui tronque un phénomène dont on peut suivre au contraire l'entier développement sur le Soleil, quelle que soit son amplitude; mais je ne prétends pas déterminer dans ses détails le mode de réaction de cette résistance. Il me semble fort probable que la gyration d'un vaste anneau n'est point incompatible avec le relèvement plus ou moins marqué de courants peu inclinés qui viennent à frôler le sol. Il n'est pas étonnant que les cyclones, tout comme les vents ordinaires, et peut-être beaucoup mieux qu'eux, enlèvent au sol des particules plus ou moins divisées, pour les transporter au loin. Tel est en effet le moyen ingénieux dont M. Tarry s'est habilement servi pour jalonner leur route. Je n'y contredis certes pas, seulement il ne me semble pas juste de tirer de ce détail, si intéressant qu'il soit, la conclusion que les trombes montent et aspirent, et que les taches solaires doivent monter et aspirer comme elles. Je me crois plutôt en droit de dire, comme je l'ai déjà fait en présentant à l'Académie le résultat de mes études sur les taches, que, la mécanique des gaz et de leurs mouvements gyratoires devant être sur la Terre la même que sur le Soleil, la Météorologie terrestre pourrait tirer d'utiles renseignements de l'étude suivie des phénomènes analogues, plus durables et plus faciles à observer, qui se produisent journellement sur le Soleil. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Deuxième Mémoire sur le mode d'intervention de l'eau dans les actions chimiques, et sur les rapports existant entre les forces électromotrices et les affinités;* par M. **Becquerel**. (Extrait.)

« On s'occupe maintenant du mouvement ou plutôt de l'évolution des molécules pendant les combinaisons, question qui est du ressort des sciences

physico-chimiques; on emploie à cette étude le calorimètre, le thermomètre et les appareils électriques.

» Si le thermomètre et le calorimètre servent à mesurer la quantité de chaleur devenue libre dans les actions chimiques, les appareils électriques permettent de mesurer les effets électriques produits avec une grande précision, de pénétrer profondément dans le mécanisme de ces actions et de montrer les rapports existant entre les trois grands agents de la nature, l'affinité, la chaleur et l'électricité. L'électricité a, en outre, l'avantage de montrer comment, avec le concours des affinités, s'opèrent les actions lentes de la nature organique et de la nature inorganique, avec transports des éléments constitutifs des corps.

» J'ai démontré, dans le précédent Mémoire, que, lorsque deux dissolutions salines neutres communiquent ensemble par l'intermédiaire d'un espace capillaire et donnent lieu, en se mélangeant à une double décomposition, l'eau de chacune d'elles décompose successivement des quantités excessivement minimes du sel de l'autre dissolution, de manière à former des hydrates, comme l'avait déjà démontré M. Berthelot, en analysant les phénomènes de chaleur produits pendant le mélange; cette réaction de l'eau précède l'action chimique en vertu de laquelle la double décomposition s'opère.

» De semblables réactions se manifestent au contact des dissolutions acides et alcalines contenant de l'eau en différentes proportions; mais il ne suffit pas d'ajouter ou de retrancher les forces électromotrices résultant de la réaction de l'acide sur l'eau et de celle de l'alcali sur le même liquide pour avoir la force électromotrice résultant de l'acide sur l'alcali, il faut encore ajouter à la somme ou à la différence un certain appoint dépendant de l'affinité des deux corps l'un pour l'autre, et dont il sera question plus loin.

» J'ai traité avec de grands détails cette question, en indiquant préalablement les causes d'erreur contre lesquelles il faut se mettre en garde; j'ai rapporté ensuite les résultats obtenus en cherchant les forces électromotrices produites au contact des dissolutions neutres, acides ou alcalines : 1° au contact de l'eau et d'une dissolution de potasse contenant différents équivalents d'eau; 2° celles que donne également, au contact de l'eau, l'acide sulfurique contenant le même nombre d'équivalents de ce liquide, afin de trouver les lois qui régissent les forces électromotrices et par suite les affinités, dans la formation des hydrates. Les deux tableaux suivants renferment quelques-uns des résultats obtenus.

La force électromotrice du couple à cadmium valant 100.

Dissolutions.	Forces électromotrices.	Rapports.	Forces électromotrices déduites des rapports moyens.	Forces électromotrices déduites de la formule $x = \frac{a_x}{r^u}$.
SO^3,HO........ Eau...........	89			
		1,53		
SO^3,2HO....... Eau...........	58		58	58
		1,16		
$SO^3$3HO....... Eau...........	50		50	50
		1,17		
SO^3,4HO....... Eau...........	43		42,6	42,6
		1,18		
SO^3,5HO....... Eau...........	36,27		36,4	36,3
		1,17		
		Moy. 1,17		
SO^3,6HO....... Eau...........	31		31	31
		1,06		
SO^3,7HO....... Eau...........	29		29	29
		1,07		
SO^3,8HO....... Eau...........	27		27	27
		1,04		
SO^3,9HO....... Eau...........	26		25,9	25,7
		1,04		
SO^3,10HO...... Eau...........	25		24,6	25
	Moy...	1,05		
SO^3,11HO...... Eau...........	»	»	»	24,7
SO^3,12HO...... Eau...........	»	»	»	24,38
SO^3,13HO...... Eau...........	»	»	»	24,07
SO^3,14HO...... Eau...........	»	1,0128	»	23,76
SO^3,15HO...... Eau...........	»	»	»	23,44
SO^3,16HO...... Eau...........	»	»	»	23,16
SO^3,17HO...... Eau...........	»	»	»	22,86
SO^3,18HO...... Eau...........	»	»	»	22,57
SO^3,19HO...... Eau...........	»	»	»	22,28
SO^3,20HO...... Eau...........	22,00	»	»	22,00

La force électromotrice du couple à cadmium valant 100.

Dissolutions.		Forces électromotrices observées.	Rapports entre les formules électromotrices.	Rapports déduits de la formule.	Forces électromotrices déduites de la formule.
KO, HO..... Eau........	— +	»	»	»	»
KO, 2HO... Eau........	— +	»	»	»	»
KO, 3HO... Eau........	— +	»	»	»	»
KO, 4HO... Eau........	— +	94,00			
			1,40	1,40	
KO, 5HO... Eau........	— +	66,00			66,00
			1,08	1,09	
KO, 6HO... Eau........		61,00			61,1
			1,10	1,10	
KO, 7HO... Eau........	— +	55,00			56,00
			1,10	»	
KO, 8HO... Eau........	— +	50,00			51,8
			1,07	1,06	
KO, 9HO... Eau........	— +	46,7			47,9
			1,07	»	
KO, 10HO.. Eau........	— +	43,5			44,0
		Moy...	1,08		
KO, 11HO.. Eau........	— +	»	»	1,01692	43,0
KO, 12HO.. Eau........	— +	»	»	»	42,1
KO, 13HO.. Eau........	— +	»	»	»	41,1
KO, 14HO.. Eau........	— +	40,40	»	»	40,40
KO, 15HO.. Eau........	— +	40,00	»	»	40,00
....					
KO, 20HO.. Eau........	—	38,00	»	1,0101	37,40
....					
KO, 40HO.. Eau........	— +	37,00	»	»	37,00

» Les résultats contenus dans le premier tableau conduisent aux conséquences suivantes :

» A partir de SO^3, 2HO jusqu'à SO^3,6HO, le rapport entre les forces électromotrices est de 1,17; puis, à partir de SO^3, 6HO, il est de 1,05 jus-

qu'à SO^3,10HO; au delà jusqu'à 20, il est de 1,0128; les différences ne portent que sur les centièmes; les différences ensuite deviennent insensibles.

» Dans le second tableau, les forces électromotrices produites dans la réaction, sur l'eau, de la potasse renfermant différents équivalents d'eau, montrent que les rapports entre les forces électromotrices ne commencent à suivre une marche régulière qu'à partir de KO, 5HO; il est à remarquer que KO, HO; KO, 2HO; KO, 3HO ne pouvant s'obtenir que difficilement à l'état de dissolution, on n'a pu déterminer dans ces trois cas la loi qui régit les forces électromotrices et par suite les affinités correspondantes.

» Il est à remarquer que les rapports entre les forces électromotrices relatives à l'acide sulfurique et à la potasse diffèrent à partir de 5 équivalents; ces différences ne portent que sur des centièmes, ce qui n'est rien quand on réfléchit aux causes d'erreur que présente la méthode d'expérimentation employée : les lois auxquelles on est parvenu ne sont pas sans importance pour l'étude des affinités.

» Les tracés graphiques des forces électromotrices obtenues soit avec l'eau et l'acide sulfurique d'une part, soit avec la potasse de l'autre, contenant l'un et l'autre le même nombre d'équivalents de ce liquide, montrent que les courbes qui représentent l'intensité des forces électromotrices et, par suite, les rapports des affinités, sont hyperboliques, comme on l'a déjà dit.

» On trouvera encore ci-après le tableau des forces électromotrices résultant de la combinaison de l'acide sulfurique et de la potasse, contenant également l'un et l'autre le même nombre d'équivalents d'eau :

Dissolution.	Forces électromotrices.	Rapports.
SO^3, 4HO + ... KO, 4HO —	233	
		1,118
SO^3, 5OH + ... KO, 5OH —	208	
		1,118
SO^3, 6HO + ... KO, 6HO —	186	
		1,055
SO^3, 7HO + ... KO, 7HO —	179	
		1,068
SO^3, 8HO + ... KO, 8HO —	163	
SO^3, 9HO + ... KO, 9HO —	152	
SO^3, 10HO + ... KO, 10HO —	143	Rapport d'interpolation.
....		1,008
SO^3, 20HO + ... KO, 20HO —	132	

» On voit encore ici, comme dans les tableaux précédents, que les forces électromotrices vont en diminuant, ainsi que les rapports, mais ces derniers très-lentement, et l'on arrive à un terme où la diminution est excessivement lente. La courbe des forces électromotrices, et par suite celle des affinités, est une courbe hyperbolique.

» En comparant ces résultats à ceux des tableaux précédents, il est facile de voir l'appoint qu'apporte à la force électromotrice la combinaison de l'acide sulfurique à différents équivalents d'eau avec la potasse contenant le même nombre d'équivalents. Ces appoints sont :

	Appoint fourni par la combinaison de l'acide avec l'alcali.
$SO^3,4HO$ .... $KO,4HO$	233 — (96 + 43) = 95,0
$SO^3,5HO$ .... $KO,5HO$	208 — (66 + 36,7) = 105,7
$SO^3,6HO$ .... $KO,6HO$	186 — (61 + 31) = 94,0
$SO^3,7HO$ .... $KO,7HO$	179 — (55 + 29) = 95,0
$SO^3,8HO$ .... $KO,8HO$	163 — (50 + 25) = 86,0
$SO^3,9HO$ .... $KO,9HO$	152 — (46,7 + 26) = 80,0
$SO^3,10HO$ .... $KO,10HO$	143 — (43,5 + 25) = 74,5

» La théorie semblerait indiquer des nombres égaux pour l'appoint, c'est-à-dire la force électromotrice résultant de la combinaison directe de l'acide sulfurique avec la potasse sans l'intervention de l'eau. Les différences sont les plus grandes depuis 4HO jusqu'à 8HO; elles sont dues peut-être à des erreurs qui n'ont pu être évitées dans les expériences ou à des causes inaperçues; elles oscillent entre 95 et 80.

» On voit donc que les forces électromotrices permettent non-seulement de mesurer les affinités, du moins leurs rapports dans le mélange des dissolutions, mais encore d'étudier le mécanisme en vertu duquel s'opèrent les réactions chimiques pendant ce mélange.

» Les courants électrocapillaires, qui représentent l'intensité des forces électromotrices, jouant un grand rôle dans la nature organique et dans la nature inorganique, comme je l'ai déjà démontré dans mes précédentes Communications à l'Académie, j'ai cherché quelle pouvait être la force électromotrice produite au contact de l'eau et des liquides contenus dans les tissus des végétaux. Il suffisait, pour cela, de plonger dans de l'eau dis-

tillée les tiges de diverses plantes et d'employer pour électrodes des fils d'or ou de platine parfaitement dépolarisés; on a trouvé que la force électromotrice du suc d'une tige de pavot, plongeant dans de l'eau distillée, est égale à 84; l'eau était positive et le tissu négatif. Les expériences ont montré que les forces électromotrices n'étaient pas les mêmes dans toute la longueur de la tige. Une tige de vigne a donné 39, une de lilas 18, un pétiole d'oseille 30, une branche de cèdre 28; dans toutes ces expériences l'eau a été constamment positive et se comportait alors comme acide.

» On conçoit d'après cela ce qui doit arriver lorsque les tiges des végétaux sont mouillées par la pluie : la réaction qui s'opère entre cette eau et les sucs des plantes par l'intermédiaire du tissu extérieur donne lieu à des réactions chimiques provenant d'actions électrocapillaires dont je m'occuperai ultérieurement. On voit déjà, d'après ce qui précède, de quelle utilité peuvent être pour la Physiologie végétale les recherches dont il vient d'être question; on est en droit également d'en conclure que des effets semblables sont produits sur l'homme et les animaux quand leur peau est mouillée, comme cela arrive dans les bains prolongés : ce sont là des études à faire.

» Les expériences dont les résultats sont rapportés dans ce Mémoire exigent beaucoup de temps, de suite et de patience pour se mettre à l'abri des causes d'erreur que présente souvent ce procédé. J'ai été puissamment aidé, sous ce rapport, par M. Guerout, jeune chimiste distingué, élève des Hautes-Études, et que M. le Ministre de l'Instruction publique a bien voulu attacher à mon laboratoire et qui m'est indispensable pour continuer mes travaux qui prennent de jour en jour de plus grands développements.

» En résumé les faits consignés dans ce Mémoire conduisent aux conséquences suivantes :

» 1° Le mélange de deux dissolutions salines neutres, donnant lieu à une double décomposition avec ou sans précipité, produit une suite non interrompue d'hydrates, d'acides et d'alcalis, par l'intermédiaire desquels s'opèrent les doubles décompositions, lesquelles ne troublent pas l'équilibre des forces électriques;

» 2° Dans la réaction des dissolutions acides sur les dissolutions alcalines, il se produit également des hydrates par l'intermédiaire desquels s'opère la combinaison des acides avec les alcalis, comme on le reconnaît par la production des forces électromotrices; mais, dans ce cas, il y a un excédant de force électromotrice provenant de la réaction directe de l'acide sur l'alcali;

» 3° La détermination des forces électromotrices sert non-seulement à

comparer les affinités sous le rapport de leur intensité, mais encore à suivre pas à pas pour ainsi dire leurs variations à mesure que les dissolutions sont plus ou moins étendues d'eau ;

» 4° Dans la réaction l'une sur l'autre d'une dissolution acide et d'une dissolution alcaline, contenant le même nombre d'équivalents d'eau, la force électromotrice est dans un rapport à peu près constant avec celle résultant d'un couple dont les dissolutions contiennent un équivalent d'eau de plus que le précédent; ainsi le rapport de la force électromotrice du couple $SO^3, 4HO$ et $KO, 4HO$ à celle du couple $SO^3, 5HO$ et $KO, 5HO$ est sensiblement égal à celui du couple $SO^3, 5HO$ et $KO, 5HO$ et du couple $SO^3, 6HO$ et $KO, 6HO$,...; puis ce rapport diminue excessivement lentement. Cette loi paraît être générale; on peut donc, au moyen d'une formule empirique très-simple, trouver la force électromotrice d'un couple quelconque de la série, laquelle est en rapport avec l'affinité qui a produit cette force. »

CHIMIE. — *Action de l'eau pure sur divers métaux.* Note de M. **Chevreul.**

« Le temps ne m'ayant pas permis d'insérer dans le *Compte rendu* de la séance du 3 de novembre les observations relatives à l'action de l'eau pure sur plusieurs métaux, observations qui m'avaient été suggérées par des Communications de M. Fordos et de M. Belgrand, je demande que l'Académie veuille bien permettre l'insertion des observations suivantes dans le *Compte rendu* de la séance d'aujourd'hui :

§ I. — *Observations relatives à l'hygiène.*

» Dans le *Bulletin des séances de la Société centrale d'Agriculture de France* (9 de juillet 1873), à propos d'une pétition de M. de Laval au Conseil municipal de la ville de Paris, à l'effet d'obtenir la proscription des tuyaux de plomb, je fis les remarques suivantes (1) :

« M. le Vice-Président (Chevreul) rappelle les observations qu'il a faites aux Gobelins, relativement à l'action de l'eau distillée sur le plomb et le zinc, action que n'exercent pas des eaux *dures* qui contiennent certains sels en dissolution.

» M. le Vice-Président rappelle encore avoir dit à la Société que des observations semblables ont été faites longtemps avant les siennes par M. Guyton de Morveau, qui avait reconnu que l'action des eaux pures s'exerce non-seulement sur le plomb, mais encore sur

(1) Page 765.

le zinc. C'est à M. Guyton, ajoute M. Chevreul, que remonte le mérite de l'observation dont il s'agit. »

» En outre, dans le *Journal des Savants* (octobre 1871, page 488), on lit :

« Il n'est pas inutile de rappeler un fait que le public ne connaît pas assez : c'est que les eaux de pluie altèrent plus les vaisseaux de plomb et les vaisseaux de zinc que des eaux où se trouvent des sels en solution, des eaux de puits par exemple. La conséquence de ce fait est que *ces dernières eaux peuvent séjourner dans un vaisseau de plomb sans l'attaquer et sans devenir toxiques, tandis que des eaux de pluie, exemptes de matières salines, dissoudront de l'oxyde de plomb, et, l'attaquant, deviendront toxiques.* Cette observation, qui appartient à Guyton de Morveau, est parfaitement exacte; je l'ai vérifiée lors de mes recherches sur les eaux de la Bièvre. »

» Si aujourd'hui des circonstances particulières m'ont empêché d'aller aux Gobelins chercher les produits d'expériences qui remontent à l'année 1836 et que je mettrai lundi prochain sous les yeux de l'Académie, elle aurait pu voir l'effet de l'eau distillée sur une lame de plomb comparativement à l'effet de l'eau de puits, et enfin la même différence entre le fer et l'acier dans l'eau distillée et le fer et l'acier plongés dans une eau alcaline.

» J'eus l'occasion, en 1844, de constater un fait relatif à l'hygiène et à l'économie usuelle, c'est que, dans un grand établissement industriel dont il est inutile de dire le nom, on avait imaginé d'apprêter des pièces de calicot avec du *sulfate de plomb* provenant de la préparation du mordant des indienneurs résultant de la réaction de l'acétate de plomb et de l'alun. Il arriva qu'une blanchisseuse de Sèvres, dont la clientèle appartenait surtout au quartier de Paris où sont les magasins de toiles peintes, fut fort étonnée de voir le linge qu'elle blanchissait sortir noir et marron de sa lessive. L'explication est qu'elle usait des lessives préparées avec un mélange de soude, de potasse et de chaux très-sulfurée, et que dès lors s'opérait la sulfuration du plomb sulfaté par le sulfure de la lessive. J'ai consigné ce fait dans le *Compte rendu* de la séance du 16 de septembre 1844.

» En 1841, je fus chargé par M. le Ministre de la Marine d'examiner, conjointement avec M. Lebas, dont le nom est uni à celui de l'obélisque de Louqsor de la place de la Concorde, d'examiner plusieurs procédés de purification de l'eau destinée au service de la flotte. Parmi ces procédés se trouvait celui de la distillation de l'eau de mer au moyen de l'appareil d'un industriel de Nantes. Nous reconnûmes dans l'eau distillée la présence *du cuivre* provenant de métal du condensateur, et, après avoir constaté qu'il suffisait, pour obtenir de l'eau potable, de reconnaître la présence d'un métal avec de l'eau sulfurée, puis de passer l'eau dans un filtre de charbon,

qui par affinité capillaire s'empare du cuivre, nous conseillâmes à l'autorité de charger le docteur du bord d'avoir des flacons fermés à l'émeri, de 1 décilitre de capacité, avec des copeaux de chêne et de l'eau sulfatée, pour obtenir un réactif propre à constater non seulement la présence du cuivre mais encore celle du plomb, par la raison que le sulfate soluble dissous dans l'eau se transforme en sulfure, après quelques jours, par la matière combustible soluble du bois de chêne.

§ II. — *Observations relatives aux arts.*

» Je rappelle que la présence d'une matière cuivreuse dans des tissus de laine qui sont destinés, par exemple, à subir l'action de la vapeur après l'impression, se tachent en une couleur orangeâtre, parce que le soufre de la laine produit un sulfure coloré sous l'influence de la chaleur humide (1).

» Il se produirait du sulfure noir ou brun, si le tissu tenait quelque sel de plomb, ainsi que cela arriva en 1844. Des tissus de laine avaient été confectionnés en Picardie; le tisserand s'était servi d'une gélatine que le fabricant avait voulu blanchir avec de l'acétate de plomb, dès lors l'encollage de la chaîne, préparée avec cette gélatine, fut cause que ces tissus ayant été imprimés, puis passés à la vapeur, furent absolument tachés (2).

§ III. — *Observations relatives à la Chimie.*

» En 1837 (3), j'appelai l'attention des chimistes sur un fait auquel j'attache une grande importance : il s'agit de l'usage des *réactifs* en Chimie. Je reconnus, en effet, que tous les réactifs alcalins que contiennent des flacons de verre blanc dans la composition desquels il est entré des *cassons* de verre plombeux, afin d'obtenir plus de blancheur, renfermaient tous de l'oxyde de plomb en solution. Je crus devoir, dans l'intérêt de la science, faire sentir la nécessité de renfermer désormais les réactifs dont je parle dans des *flacons de verre vert.*

» Il ne s'agit pas ici de la science pure seulement, mais encore de l'examen qu'un tribunal criminel peut ordonner dans des cas d'empoisonnement, et personne ne me blâmera de recommander l'observation prescrite par la *méthode* A POSTERIORI *expérimentale*, à savoir que les experts nommés pour examiner des faits relatifs à un procès criminel fassent toujours ce

(1) *Compte rendu* de la séance du 26 de décembre 1837.
(2) *Compte rendu* de la séance du 16 de septembre 1844.
(3) *Compte rendu* de la séance du 26 de décembre 1837.

qu'on appelle des expériences *à blanc* pour éviter toute erreur, et notamment celles dont la cause proviendrait des réactifs employés.

» Puisqu'il est question de science, une Communication faite dans la dernière séance sur l'influence d'un sel pour déterminer la précipitation d'une terre argileuse en suspension dans l'eau, Communication dont M. Élie de Beaumont a fait sentir l'importance, m'encourage à faire les deux remarques suivantes :

» La *première*, c'est que cette Communication justifie la proposition que j'ai énoncée plusieurs fois, et récemment encore, sur les dissolvants. En effet, du moment, ai-je dit, qu'un dissolvant renferme une substance en solution, c'est un autre dissolvant que le dissolvant pur; en d'autres termes, il pourra dissoudre des corps qu'il ne dissolvait pas à l'état de pureté, et telle est la cause d'une des plus grandes difficultés de l'analyse organique immédiate.

» La *seconde*, c'est que, dans l'article *or* écrit pour le *Dictionnaire des Sciences naturelles* (article qui parut, en 1825, dans le tome XXXVI), je disais, après avoir parlé d'un procédé de préparation du *pourpre de Cassius* par l'*azotate de protoxyde d'étain :*

« ... J'ai observé plusieurs fois que l'addition de quelques gouttes d'une solution de *sel neutre*, tel que le *sulfate de potasse*, déterminait instantanément le *dépôt* d'une liqueur qui aurait été plusieurs jours sans donner de précipité. »

Conclusion finale.

» Après avoir entendu les conseils donnés par M. Belgrand relativement à l'évacuation des eaux de source qui ont séjourné un temps suffisant dans des vaisseaux de plomb pour se colorer par l'acide sulfhydrique, je partage son opinion relativement au bon usage des tuyaux de plomb dans le cas dont nous parlons, à la condition de l'usage du réactif toutes les fois que l'on pourrait craindre un séjour trop long de l'eau dans des vaisseaux de ce métal. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Étude sur la bière; nouveau procédé de fabrication pour la rendre inaltérable;* par M. **L. Pasteur.**

« Tout le monde sait que la bière est éminemment altérable : pendant les chaleurs de l'été, elle ne résiste pas plus d'un mois à six semaines aux causes de sa détérioration. Le moût qui sert à sa préparation est d'une conservation plus difficile encore. A une température un peu élevée, le

moût de bière peut devenir, dans l'intervalle de quelques heures, surtout par un temps orageux, le siége d'altérations diverses.

» Les altérations du moût de bière et de la bière ont une si grande influence sur les procédés de fabrication de cette boisson, qu'on pourrait avancer, sans crainte d'erreur, que toutes les pratiques de l'art du brasseur sont liées à l'existence de ces altérations et dominées par la nécessité de lutter contre leurs désastreux effets. Une des plus dispendieuses de ces pratiques propres à assurer, dans une certaine mesure, la conservation du moût et de la bière, consiste dans l'emploi de la glace et plus généralement des basses températures.

» Qu'est-ce donc que ces altérations de la bière qui dominent à ce point la fabrication de cette grande industrie, et, si elles étaient connues dans leurs causes, ne pourrait-on pas espérer les combattre par des moyens plus économiques et plus simples que ceux auxquels s'est trouvée conduite une pratique intelligente?

» J'ai imaginé un procédé nouveau de refroidissement et de fermentation qui réalise ce progrès.

» Voici les résultats les plus essentiels de mon travail :

» 1° Toutes les altérations de la bière, soit de la bière achevée, soit de la bière en cours de fabrication et du moût qui sert à la produire, sont corrélatives du développement et de la multiplication d'organismes microscopiques, que j'appelle, pour ce motif, des *ferments de maladie;*

» 2° Les germes de ces ferments sont apportés par l'air, par les matières premières, par les ustensiles en usage...;

» 3° Toutes les fois qu'une bière ne renferme pas les germes vivants qui sont la cause immédiate de ses maladies, cette bière est inaltérable, quelle que soit la température de sa fabrication et de sa conservation;

» 4° Je démontre que, par l'emploi des procédés actuels de la brasserie, tous les moûts, tous les levains et toutes les bières renferment les germes des maladies propres à ces substances.

» Prenons une bière quelconque dans le commerce, c'est-à-dire une bière qui aura été fabriquée par les procédés en usage dans les brasseries de France, d'Angleterre ou d'Allemagne; exposons-la dans des bouteilles closes à une température de 15 à 25 degrés C. Il arrive constamment (du moins je n'ai pas rencontré à ce fait une seule exception) que cette bière, dans l'intervalle de quelques semaines, s'altère jusqu'à devenir impropre à l'alimentation. La conservation ne serait possible, dans quelques cas exceptionnels, que par l'addition d'une quantité de houblon supérieure

à celles que l'usage a consacrées (1). En même temps et parallèlement au progrès même de l'altération, on voit apparaître et se multiplier des organismes microscopiques divers.

» Comment ces organismes ont-ils pris naissance?

» Mes études antérieures ont établi que les liquides organiques les plus altérables, tels que le sang, l'urine, le jus de raisin, etc., se conservent indéfiniment, sans éprouver ni fermentation, ni putréfaction quelconques, lorsqu'on les expose à l'air ordinaire, mais à l'air débarrassé des poussières qu'il charrie sans cesse ou de celles qui sont déposées à la surface de tous les objets de la nature. Les contradictions que cette proposition a soulevées de la part des hétérogénistes, soit de ceux qui veulent que la matière brute puisse s'organiser d'elle-même, soit de ceux qui prétendent que les organismes microscopiques peuvent être engendrés par les matières albuminoïdes de l'économie vivante, sont venues échouer devant l'expérience si simple dont j'ai souvent rendu témoin l'Académie, qui consiste à enfermer les liquides organiques dont il s'agit dans des vases ouverts, mais dont l'ouverture, placée à l'extrémité d'un tube sinueux, est assez éloignée du liquide contenu dans ces vases pour que les poussières, en suspension dans l'air, ne puissent arriver jusqu'au contact du liquide.

» Cela posé, préparons une série de ces vases où du moût de bière sera en conservation parfaite depuis des semaines, des mois ou des années; puis, par un artifice très-simple, qui repose sur l'existence et l'emploi d'une deuxième tubulure soudée aux ballons dont je parle, introduisons séparément, dans chacun de ceux-ci, une goutte du dépôt de toutes les bières commerciales. Comme la bière la plus limpide contient toujours quelques globules de levûre en suspension, la fermentation alcoolique s'établira, les jours suivants, dans tous les ballons et le moût de bière, que chacun d'eux renferme, se transformera en bière. Or, si l'on opère dans une étuve, à la température de l'été, et que les ballons y séjournent quelques semaines, on reconnaîtra que toutes les bières ainsi préparées seront altérées et qu'aux globules de levûre alcoolique ordinaire se trouveront associés, en nombre plus ou moins considérable, les ferments de maladie dont j'ai parlé tout à l'heure. Les germes de ces ferments existaient donc dans toutes les bières commerciales employées. Cette interprétation des faits est confirmée par les résultats suivants.

---

(1) On agit ainsi pour les bières anglaises d'exportation, qui ont en outre une teneur en alcool plus élevée que les bières du continent.

» Si l'on prépare une bière privée de tout germe de maladie, et qu'on ensemence les moûts, conservés sans altération, non plus avec des bières fabriquées par les procédés actuels, mais avec cette bière exempte de germes vivants d'altération, on obtient, dans tous les cas, des bières parfaitement saines et une absence complète d'êtres vivants, autres que ceux qui constituent les globules de la levûre alcoolique. Cette expérience achève de prouver, en outre, la corrélation qui existe entre l'altération de la bière et la présence de certains organismes microscopiques.

» De mes études sur le vin j'avais déduit que le vin n'est pas un liquide altérable de lui-même. Cette conclusion est vraie également pour la bière. C'est en dehors de sa nature propre, de sa composition, qu'il faut chercher les causes de son altération. Les seules modifications qu'elle puisse éprouver spontanément sont des modifications d'ordre chimique, telles que *l'évent*, si on l'expose au contact de l'oxygène, ou des effets de vieillissement, par suite de réactions entre ses éléments constituants, principalement sous une influence oxydante lente et ménagée. Ces derniers changements dans la nature du liquide ne correspondent pas à des états maladifs proprement dits : souvent même ils contribuent à son amélioration. Pour que la bière s'altère, pour qu'elle devienne *aigre*, *putride*, *filante*, *tournée*, *lactique*..., il est nécessaire que, dans son intérieur, se développent des organismes étrangers, et ces organismes n'apparaissent et ne se multiplient qu'autant que leurs germes existent à l'origine dans la masse liquide. Ces faits sont vrais pour les températures les plus hautes de l'atmosphère auxquelles la bière peut être exposée, à tel point qu'une bière pourrait faire le tour du monde et séjourner dans les pays les plus chauds, si elle ne portait en elle les organismes de maladie qui nous occupent. Elle ne pourrait éprouver que la seule fermentation alcoolique.

» La nature du moût de bière donne lieu à des conclusions toutes semblables. Rien ne saurait mieux démontrer que les altérations du moût sont réellement dues à des organismes microscopiques que le fait rappelé tout à l'heure de l'inaltérabilité absolue de ce moût au contact de l'air, quand, par une ébulition préalable, on a détruit la vitalité des germes que le moût pouvait renfermer et que, par un artifice quelconque, on place ensuite ce moût à l'abri des poussières que l'air charrie.

» Des faits du même ordre nous sont offerts par la levûre de bière, ce produit indispensable de toute bonne fabrication. Toutefois, en ce qui concerne la levûre, les choses ne se présentent pas avec la même simplicité que pour la bière et le moût d'où on la tire. La bière et le moût de bière

sont des substances mortes; ce n'est que par un langage figuré qu'on les considère quelquefois comme des liquides doués d'une vie propre. On comprend, dès lors, que ces liquides soient indestructibles tant qu'ils ne sont pas soumis à des causes extérieures de détérioration. La levûre, au contraire, est un être vivant. La matière des êtres vivants est-elle indestructible au contact de l'atmosphère, celle-ci étant envisagée comme un ensemble d'éléments gazeux ou de fluides impondérables n'ayant à aucun degré la puissance d'évolution de tout ce qui a vie? Nos cadavres à nous-mêmes, par exemple, resteraient-ils intacts, n'éprouvant que des phénomènes d'ordre physique ou chimique, tels que l'humectation ou la dessiccation, ou des oxydations lentes, s'ils n'étaient naturellement des sources de matières nutritives pour une multitude d'animaux ou de végétaux inférieurs? Enfin, pour la levûre de bière, les doutes que je soulève se compliquent encore d'un autre problème. On sait que des botanistes très-habiles, autrefois M. Turpin, de nos jours, en Allemagne, M. Hoffmann, pour ne citer qu'un seul nom, et présentement encore en France M. Trécul, ont cru devoir conclure de leurs observations que la levûre de bière peut faire naître des moisissures diverses, entre autres le *Penicillium glaucum*.

» Que la levûre de bière soit éminemment altérable, tous ceux qui ont manié cette substance ont eu l'occasion de le constater. Pendant les chaleurs de l'été, et même à des températures plus basses, elle change de consistance dans l'intervalle de quelques jours, répand une odeur putride, perd son activité comme ferment. On sait aussi que ces altérations s'accompagnent du développement d'organismes microscopiques, bactéries, vibrions, ferment lactique, moisissures diverses. D'où viennent ces productions organisées? La levûre les engendre-t-elle d'elle-même par une modification de ses cellules dans des conditions de vie nouvelle; ou bien ces organismes trouvent-ils leur origine dans les poussières des objets avec lesquels la levûre a été en contact?

» Je suis parvenu à préparer de la levûre privée de tout germe étranger à sa nature propre, et j'ai pu, dès lors, me rendre compte des changements qu'elle éprouve au contact de l'air pur. Chose assurément remarquable dans ces conditions, la levûre paraît inerte comme une substance minérale, ne donne lieu à aucune putréfaction quelconque, et l'on ne voit apparaître à sa surface ou dans son intérieur ni moisissure, ni vibrions, ni bactéries, ni ferments acétique ou lactique; elle ne donne même pas naissance, dans ces conditions, au *mycoderma vini*, si voisin de la levûre par sa structure,

sa forme, son mode de développement (1); enfin elle conserve son caractère ferment, quoique, forcé de vivre pour un temps sur sa propre substance, son protoplasma se modifie profondément, comme il arrive toujours pour des cellules où les phénomènes habituels d'assimilation se trouvent suspendus.

» Si l'on se pénètre bien des principes qui précèdent et de leurs conséquences pratiques, il est facile de comprendre qu'on puisse parvenir à faire de la bière qui ne soit plus exposée à s'altérer, quelle que soit la température extérieure.

» Nous pouvons considérer tout d'abord que la bière est forcément portée à l'ébullition lorsqu'elle est encore sous la forme d'extrait de malt houblonné; à ce moment, tous les germes de maladie du moût sont détruits. Opposons-nous donc, dès que cette opération de l'infusion de houblon est achevée, à l'introduction de germes nouveaux, doués de vie. Voici les dispositions auxquelles je me suis arrêté.

» (M. Pasteur décrit ici, au tableau noir, l'appareil dont il se sert, qui consiste essentiellement en une cuve de fer-blanc ou de tôle étamée, munie d'un couvercle à fermeture hydraulique et qui peut ne communiquer avec l'air extérieur que par des tubes verticaux A et B, brisés pour le maniement du couvercle, mais dont les parties se rejoignent ensuite facilement, lesquels tubes font l'office des cols sinueux des ballons de verre dont se sert M. Pasteur dans ses expériences sur les générations dites spontanées.)

» Le moût enfermé très-chaud dans la cuve est refroidi, soit par le contact de l'air, soit par un courant d'eau. On peut abréger la durée du refroidissement par une circulation d'eau intérieure à l'aide d'un serpentin. Rien de plus simple que de s'opposer à la rentrée des germes extérieurs pendant le refroidissement, en faisant arriver du gaz acide carbonique par

(1) J'ai annoncé à l'Académie que le *mycoderma vini* se transformait en levûre de bière basse par la submersion dans un milieu nutritif sucré. Depuis lors, j'ai exprimé des doutes sur cette opinion et indiqué la cause d'erreur que je craignais. Je crois que l'interprétation que j'ai donnée des faits que j'avais observés est inexacte. Les articles du *mycoderma vini* se gonflent, en effet, par la submersion et se transforment en cellules qui agissent à la manière des cellules de levûre alcoolique, avec production d'alcool et de gaz acide carbonique; mais ces cellules n'ont pas, sous cet état nouveau, la faculté de se reproduire. La levûre *spontanée* qu'on voit apparaître et se multiplier doit provenir de germes de levûre apportés par l'air, qui tombent sur le *mycoderma vini* pendant qu'il est exposé en grande surface, lesquels germes se développent après la submersion.

l'un des tubes verticaux A ou B, pendant que l'autre de ces tubes laisse échapper l'excès du gaz. Ces tubes peuvent encore servir d'une autre manière pour que le moût refroidisse à l'abri des germes de maladie; en effet, notre appareil, muni de ses tubes, ou mieux de l'un d'eux qui restera ouvert, l'autre étant fermé, nous offre exactement la disposition des vases de verre à col recourbé et à ouverture éloignée du liquide dont il a été parlé ci-dessus. Pour ce moût de bière introduit bouillant à l'origine, les choses se passeront comme pour les liquides fermentescibles dans ces ballons de verre; il pourra se refroidir au contact de l'air, sans être exposé à s'altérer. L'expérience montre, en effet, que le moût peut se conserver dans ces conditions, quelle que soit la capacité des vases, aussi longtemps qu'on le désire, avec toutes ses qualités premières.

» Il faut ensuite le mettre en levain, en opérant autant que possible à l'abri de l'air commun, ce qui est facile, et en se servant d'un levain tout à fait pur, condition indispensable à réaliser et qui a été l'une des principales difficultés de mon travail.

» Où trouver ce levain pur? J'ai reconnu que tous les levains des brasseries, même les mieux tenues, sont toujours impurs, parce que cette impureté est inhérente aux procédés mêmes qui sont en usage aujourd'hui. Or l'emploi de tels levains, non-seulement rend impossible la fabrication des bières inaltérables en vases clos, mais il exagère, au contraire, les défauts des procédés actuellement employés.

» Dans ces conditions, les levains deviennent de plus en plus défectueux : c'est qu'il existe entre la levûre et les ferments de maladie de la bière une différence physiologique très-digne d'attention. Tandis que la levûre de bière vit et se multiplie au contact de l'air plus rapidement et plus facilement qu'en présence du gaz acide carbonique, les ferments de maladie, au contraire, sont gênés dans leur vie et leur propagation par la présence du gaz oxygène : sous ce rapport, ils sont analogues à ce singulier vibrion que j'ai montré autrefois être le ferment butyrique et que l'oxygène de l'air prive de mouvement et d'action comme ferment. Il en résulte que, quand on opère à l'abri de l'air, les fermentations accessoires se développent avec facilité, tandis que la fermentation alcoolique est entravée, parce que la levûre de bière ne peut venir reprendre au contact de l'oxygène une source nouvelle d'activité; aussi toutes les tentatives de fabrication de la bière en vase clos, à l'abri de l'air, ont échoué jusqu'à présent. Mais tous ces effets sont la conséquence de l'impureté des levains habituels des bras-

series (1); car si ces derniers ne portaient pas en eux-mêmes des ferments étrangers, ceux-ci ne pourraient apparaître ni spontanément, ni par le fait d'une transformation de la levûre.

» Tels sont les principaux motifs de la nécessité de l'emploi d'un levain pur et toujours tel dans l'application de mon procédé. Plusieurs moyens peuvent être mis en pratique pour la production et l'usage d'un levain pur; je serais entraîné trop loin si je voulais m'arrêter à ceux que j'ai adoptés; qu'il me suffise de dire qu'on y parvient surtout en profitant de la différence d'action de l'oxygène de l'air sur la levûre et sur les ferments de maladie, et que, quand on a obtenu une petite quantité de levain pur, il est possible de le conserver tel et de le multiplier à l'aide des dispositions d'appareils dont j'ai donné tout à l'heure la description. On placerait à la rigueur dans un de ces appareils remplis de moût pur quelques cellules de levûre, sans mélange d'organismes étrangers, que celles-ci fourniraient de grandes quantités de levain toujours pur. La levûre, n'ayant pas à craindre d'être gênée par les ferments de maladie, pourra s'accommoder de quantités limitées d'air, s'en passer même tout à fait, quoique au préjudice de sa rapidité d'action, tandis que, dans les procédés ordinaires, la présence de beaucoup d'air est nécessaire.

» Je mets donc le moût en levain, mais en levain pur; la fermentation a lieu et, quoique s'effectuant à l'abri de l'air ou en présence de quantités limitées d'air pur, elle ne donne pas de ferments étrangers, parce que l'espèce levûre de bière seule a été semée, et que ce qui a été avancé au sujet d'une transformation possible de la levûre en bactéries, vibrions, *mycoderma aceti*, moisissures vulgaires, ou *vice versâ*, est erroné. Enfin, quand la bière est faite, on peut la traiter à la manière ordinaire, sans que, cette fois, le contact de l'air offre des inconvénients sérieux, parce que la bière achevée ou sur le point de l'être n'offre plus un milieu nutritif favorable à la propagation des germes aériens de ses propres ferments de maladie, du moins à ceux qui sont *anaérobies*, c'est-à-dire qui n'ont pas besoin de l'oxygène de l'air pour vivre et se multiplier. Quant aux autres, qui sont le *mycoderma aceti* et le *mycoderma vini*, des précautions simples, et que la pratique d'ailleurs a toujours suivies, permettent de les éviter facilement.

---

(1) Cette appréciation est confirmée par ce fait que les bières obtenues par mon procédé avec emploi de l'acide carbonique ont des qualités remarquables; la plus grande lenteur de la fermentation propre à cette disposition de la fabrication contribue sans doute à ce résultat.

» En résumé, la bière faite dans les conditions que je viens d'indiquer, logée selon l'usage dans des tonneaux goudronnés récemment, ou mise en bouteilles, se conserve indéfiniment, même dans une étuve de 20 et 25 degrés centigrades. Loin d'éprouver avec le temps quelque altération, elle paraît plutôt s'améliorer par un effet de vieillissement naturel, analogue à celui qu'offrent les vins, qui se conservent sans se détériorer (1).

» On comprend dès lors la possibilité de supprimer l'emploi de la glace, ou plus généralement des basses températures, pendant et après la fermentation, puisque le nouveau procédé est applicable, à toute température, aux bières dites allemandes, et que les bières qu'on en obtient sont inaltérables. La température des caves de conserve pourra ne pas être inférieure à 10 ou 12 degrés centigrades, température qu'on peut obtenir, même en été, sans emploi de la glace, dans les climats tempérés, par des caves d'une profondeur qui n'a rien d'exagéré.

» Tel est, d'une manière succincte, le procédé de fabrication de la bière que j'ai imaginé, et dont l'étude m'a occupé pendant ces trois dernières années. »

M. le **Président** annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de *Cl. Burdin*, Correspondant de la section de Mécanique, décédé à Clermont-Ferrand le 12 novembre 1873.

M. **Bertrand** rappelle en ces termes quelques-uns des services rendus à la science par M. Burdin :

« M. Burdin, ingénieur en chef des Mines, après avoir renoncé aux fonctions actives, s'était fixé à Clermont-Ferrand; son grand âge le tenait éloigné de l'Académie, dont il était Correspondant depuis plus de trente années. Beaucoup de nos confrères, cependant, l'ont personnellement connu; ils n'oublieront ni la distinction de son esprit, ni la persévérance de ses projets scientifiques, ni la hardiesse et l'originalité de ses vues. La

---

(1) La rigueur des principes que j'avance au sujet des causes des maladies de la bière est telle, que la fabrication peut être améliorée par la mise en usage d'une partie seulement des pratiques que ces principes conseillent. M. Velten, à Marseille, M. Kuhn, à Clermont-Ferrand ont perfectionné sensiblement leur travail en agissant ainsi, c'est-à-dire en adoptant une partie seulement de mon procédé à une époque où celui-ci n'était pas encore définitif. M. Velten refroidit le moût dans l'air pur; M. Kuhn le refroidit de manière à éviter les germes d'altération provenant des bacs, de la cuve guilloire et ceux que les levains ramassent partout dans la brasserie, entre le moment où on les recueille et celui où on les utilise.

triste nouvelle qu'on nous annonce inopinément laissera parmi nous de profonds et durables regrets.

» C'est à M. Burdin que l'on doit la première turbine. Si les progrès de la Mécanique ont suggéré des dispositions différentes des siennes et si d'autres inventeurs ont très-légitimement recueilli, en perfectionnant son œuvre, des avantages considérables unis à une juste renommée, M. Burdin, qui n'a tiré aucun profit de son invention, doit garder une grande part de l'honneur qui s'y attache.

» Les travaux de M. Burdin sur l'emploi de l'air chaud comme moteur n'ont pas donné de résultats pratiques; mais les persévérantes études de notre savant Correspondant et ses ingénieuses combinaisons porteront leurs fruits. Plus d'un inventeur, aujourd'hui déjà, se plaît à reconnaître, dans ces essais incomplets, l'origine d'une idée utile et féconde.

» Lorsque la Section de Mécanique, en 1843, le proposa aux suffrages de l'Académie pour une place de Correspondant, elle comptait dans son sein Poncelet et Coriolis, les deux grands promoteurs de la théorie du travail, dont on sait aujourd'hui dans toutes les branches de la science la fécondité et la portée. Tous deux en accueillant, en suscitant sans doute la candidature de M. Burdin, ont loyalement salué en lui leur judicieux et modeste précurseur. Burdin, plusieurs années avant eux, dans un travail trop peu lu aujourd'hui, mais cité par tous ceux qui s'attachent à retracer l'histoire exacte de la Science, avait très-nettement indiqué l'importance capitale du principe des forces vives et appelé sur lui, en termes excellents, toute l'attention des ingénieurs.

» Dévoué dès sa jeunesse à la Science, il a appliqué à des recherches difficiles et élevées les dernières forces de son esprit. L'Académie lui doit ses regrets et son pieux souvenir. »

« M. **Élie de Beaumont** rappelle que le Mémoire intitulé : *Considérations sur les machines en mouvement,* dans lequel M. Burdin a donné la formule générale de l'application aux machines du principe des forces vives et l'expression de l'effet utile, ou du travail, a paru dans le *Journal des Mines*, cahier de mai 1815, publié quelque temps après sa date nominale (1). Presque au même moment, en 1818, parut dans les *Annales de Chimie et de Physique* (2), un Mémoire, de M. *Petit : Sur l'emploi du principe des forces vives dans le calcul de l'effet des machines*, où le savant professeur

---

(1) *Journal des Mines,* t. XXXVII, p. 319.

(2) *Annales de Chimie et de Physique,* t. VIII, p. 287.

développait, avec sa lucidité habituelle, l'application du principe des forces vives à plusieurs appareils mécaniques. Ces deux publications, presque simultanées, ont été les points de départ de l'introduction du principe des forces vives dans l'enseignement de la science des machines, à laquelle il a fait faire de si grands progrès. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ASTRONOMIE. — *Réponse aux Observations de M.* Oudemans, *sur l'influence de la réfraction atmosphérique à l'instant d'un contact dans un passage de Vénus* (1). Lettre de M. **Ed. Dubois** à M. le Secrétaire perpétuel.

(Renvoi à la Commission du passage de Vénus.)

« Pour chercher une limite de l'influence de la réfraction atmosphérique sur l'instant d'un contact, dans un passage de Vénus, j'ai pensé qu'il n'était nullement nécessaire d'avoir égard aux formes hypothétiques de la trajectoire du rayon lumineux.

» Je ne devais, du reste, pas perdre de vue, que la méthode de Halley, pour la détermination de la parallaxe solaire, avec l'approximation désirée, permet une erreur de cinq secondes dans l'appréciation d'un contact. En prenant à la place de l'angle BOA l'angle A'OA, évidemment plus grand, j'ai voulu me placer, relativement à l'erreur que je cherchais, dans une limite très-large, et pouvoir aussi donner à cette recherche un caractère tout élémentaire.

» M. Oudemans trouve, par des considérations qui, dans une certaine mesure, pourraient au moins être discutées, que l'influence de la réfraction sur l'instant d'un contact sera *moindre* que $0^s,13$. Son résultat ne fait donc que rendre plus frappant celui que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie et qui indiquait que, dans le passage de 1874, la réfraction astronomique n'aura pas d'influence sérieuse. »

PHYSIQUE. — *Sur l'emploi du prisme dans la vérification de la loi de la double réfraction.* Note de M. **G.-G. Stokes.**

(Commissaires : MM. Fizeau, Edm. Becquerel, Jamin.)

« La Communication de M. Abria (*Comptes rendus*, séance du 13 octobre, p. 814 de ce volume) me détermine à appeler l'attention de l'Académie sur une méthode que j'ai proposée pour le même objet dans un

(1) *Comptes rendus*, p. 994 de ce volume.

travail sur la double réfraction (1), et que j'ai appliquée plus tard au spath calcaire (2). Cette méthode me paraît plus facile, plus générale et plus exacte que celle de M. Abria.

» Quand on veut mesurer l'indice de réfraction d'une substance ordinaire, on emploie le plus souvent la méthode de la déviation *minimum*. Mais il y a une autre méthode, aussi exacte et presque aussi facile, qui consiste à mesurer la déviation pour un azimut arbitraire du prisme, et en outre l'angle d'incidence ou l'angle d'émergence, suivant que le prisme demeure en repos quand on déplace la lunette, ou qu'il l'accompagne dans son mouvement. Cette méthode n'est pas nouvelle : elle a déjà été employée par M. Swan dans sa vérification de la loi de Snellius pour le rayon ordinaire du spath calcaire (3) ; mais on n'avait pas, à ma connaissance, indiqué le parti qu'on en pourrait tirer pour la recherche de la loi de la réfraction extraordinaire dans les cristaux. Le phénomène que l'on observe dans le cas d'un cristal est le même que dans le cas d'une substance ordinaire, avec cette seule différence que l'on obtient deux images au lieu d'une seule; on peut encore mesurer la déviation de chacune des deux images, et il ne s'agit que d'interpréter les résultats obtenus. Or, en s'appuyant sur la démonstration qu'a donnée Huyghens pour la réfraction en général, démonstration qui, fondée sur le seul principe de la coexistence des petits mouvements, n'exige aucune hypothèse sur la loi de variation des vitesses de propagation dans diverses directions, on démontre facilement que les deux quantités qui représentent pour une substance ordinaire, 1° l'angle de réfraction, 2° l'indice de réfraction, et qui se déduisent des données d'observations par un calcul très-facile, expriment pour un cristal, 1° l'inclinaison de l'onde réfractée à la surface d'incidence, onde qui est nécessairement perpendiculaire au plan d'incidence, 2° le rapport de la vitesse de propagation dans l'air à celle de l'onde réfractée. La direction ainsi déterminée par rapport aux deux faces du prisme est rapportée ensuite, par le calcul, à des directions fixes dans le cristal, l'orientation de chaque face artificielle ayant été déterminée, au moyen de la réflexion, par rapport à des faces, soit naturelles, soit de clivage. On peut ainsi examiner un cristal dans une série de directions, au moyen d'un seul angle réfringent, et l'on peut faire tailler deux angles au moins sur un

---

(1) *Report of the British Association for* 1862, part I, p. 272.

(2) *Proceedings of the Royal Society*, vol. XX, p. 443 (20 juin 1872).

(3) *Transactions of the Royal Society of Edinburg*, vol. XVI, p. 375.

même bloc sans détruire les faces dont on a besoin pour la détermination de l'orientation des plans artificiels.

» Je n'ai appliqué jusqu'ici cette méthode qu'au spath calcaire, cristal que j'ai choisi à cause de la facilité avec laquelle on peut s'en procurer de bons échantillons, et de l'énergie de sa double réfraction, qui devrait rendre plus sensibles les écarts par rapport à la loi d'Huyghens, s'il en existait. J'ai trouvé que cette loi représente la réfraction extraordinaire aussi exactement que la loi de Snellius représente la réfraction ordinaire.

» L'erreur moyenne de quinze observations du rayon extraordinaire, faites dans des directions qui s'étendaient de 30 à 60 degrés environ de l'axe, et rapprochées de la formule déduite de la construction d'Huyghens en y introduisant les indices principaux, obtenus à 90 degrés de l'axe, ne s'élevait qu'à 0,00013 de l'indice, quantité qui est de l'ordre des erreurs accidentelles de mes observations, et qui correspond à $\frac{1}{1300}$ environ de la différence des indices principaux. L'erreur correspondante de déviation dans un prisme de 45 degrés est d'environ 25 secondes. »

ANALYSE SPECTRALE. — *Sur quelques spectres métalliques (plomb, chlorure d'or, thallium, lithium).* Note de M. **Lecoq de Boisbaudran.**

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« *Plomb.* — Quand l'étincelle d'induction éclate entre deux fragments de plomb, dont les surfaces ont été récemment rafraîchies, le spectre est uniquement composé de raies étroites. Bientôt les électrodes se recouvrent d'oxyde de plomb, et le champ spectral se remplit des bandes ombrées caractéristiques de l'oxyde de plomb chauffé dans la flamme du gaz.

» L'oxydation du plomb des électrodes modifie très-inégalement les raies étroites, dont quelques-unes s'évanouissent entièrement, tandis que d'autres conservent leur éclat.

Disparaissent complétement ou à très-peu près.........	γ 560,7 554,4 ζ 537,0
Persistent, mais avec une perte notable d'éclat.........	ε 600,1 δ 520,1 438,6 424,5
Sont à peine légèrement affaiblies.....................	416,7 β 500,3
N'est pas sensiblement modifiée........................	α 405,6

» L'action du condensateur est à peu près exactement inverse de celle de l'oxydation des électrodes; car, plus les raies sont affaiblies par l'oxydation, plus elles sont renforcées par le condensateur. Ainsi, les raies γ 560,7, ζ 537,0, etc., éteintes par l'oxydation, reprennent leur éclat dès qu'on établit la communication avec une bouteille de Leyde. La raie α 405,6, au contraire, n'est sensiblement modifiée ni par le condensateur, ni par l'oxydation.

» *Chlorure d'or.* — Dans la flamme du gaz, le $AuCl^3$ produit de magnifiques bandes (sillonnées de raies un peu nébuleuses) s'étendant du jaune au vert bleu. Avec l'étincelle tirée sur une solution de $AuCl^3$, le spectre se compose des bandes vertes et d'un certain nombre de raies étroites disséminées depuis le rouge jusqu'au violet. Les intensités relatives des bandes et des raies étroites varient avec les conditions de l'expérience, l'écartement des pôles favorisant la formation des bandes.

» L'éclat relatif des raies étroites du $AuCl^3$ diffère sensiblement, suivant le mode opératoire. J'appellerai seulement ici l'attention sur le changements que subissent les raies ε 506,3 et δ 523,0 lorsqu'on modifie le degré de dilution des liqueurs, la longueur de l'étincelle, ou la direction du courant induit (1). Ainsi :

» (*a*) Avec une solution très-concentrée et une étincelle un peu courte, la raie δ est légèrement plus forte que ε; si l'on allonge l'étincelle, ε peut l'emporter légèrement sur δ.

» (*b*) Avec une solution de richesse moyenne et une étincelle qui ne soit pas très-courte, ε est un peu plus brillante que δ; par renversement des pôles, la raie δ devient, au contraire, notablement plus forte que ε. Si l'étincelle est un peu longue (sans atteindre toutefois la limite de l'apparition du *trait de feu*), ε est notablement plus forte que δ, tandis qu'avec une étincelle très-courte, δ peut dominer légèrement ε.

» (*c*) Avec une solution très-étendue, ε est notablement plus marquée que δ, mais l'immersion des pôles rend δ très-notablement plus vive que ε.

» Quand la solution de chlorure d'or est de concentration moyenne, le spectre paraît être un peu plus beau qu'avec une liqueur tout à fait saturée. J'ai fait la même remarque pour le chlorure platinique.

» *Thallium.* — Les sels de thallium donnent, dans la flamme du gaz,

(1) Par le renversement du courant, le dépôt d'or spongieux formé sur le fil extérieur devient négatif; on facilite l'expérience en mouillant ce dépôt avec la solution un instant avant de lancer le courant.

outre la brillante raie verte α 534,9, une autre raie, beaucoup plus faible et légèrement nébuleuse, ayant pour longueur d'onde 568,0. Cette raie, facilement visible dans une flamme riche en thallium, paraît bien appartenir à ce métal, car son intensité relative s'est maintenue avec divers sels de thallium soigneusement purifiés; je ne l'ai pas obtenue en tirant l'étincelle d'induction sur la solution des mêmes sels qui la donnaient aisément dans la flamme du gaz.

» *Lithium.* — Guidé par des considérations théoriques, j'avais été amené (il y a quelques années) à prévoir l'existence probable d'une raie nouvelle dans le spectre du lithium; le calcul indiquait 413,0 pour la longueur d'onde. On n'obtient qu'une trace de cette raie en faisant éclater l'étincelle d'induction sur une solution de LiCl; mais on la voit facilement avec l'étincelle et le Li^2O,CO^2 fondu au rouge. Deux séries de mesures provisoires m'ont donné 412,9 et 413,0 pour la longueur d'onde. »

MÉCANIQUE MOLÉCULAIRE. — *Sur le maximum de densité de l'eau; explication mécanique de ce phénomène.* Note de M. **Piarron de Mondesir.**

(Commissaires : MM. Bertrand, Serret, Jamin.)

« Pourquoi le volume de l'eau ne va-t-il pas toujours en diminuant avec la température? Pourquoi ce volume atteint-il son minimum aux environs de 4 degrés et croît-il ensuite entre 4 degrés et zéro?

» Je ne connais aucune explication de ce phénomène. En voici une purement mécanique :

» J'admets d'abord que chaque molécule d'eau se compose de 4 éléments ou atomes affectant la forme d'une sphère ou d'un ellipsoïde de révolution à axe vertical. Ces 4 atomes, dont les centres sont sur le même plan horizontal, sont tangents entre eux et tournent harmoniquement autour de leurs axes verticaux. C'est ce mouvement de rotation des atomes qui, dans l'ordre d'idées que j'adopte ici, représente la chaleur latente de l'eau et constitue un travail dynamique invisible, dont l'estimation, en unités de chaleur, est d'environ 80 calories par kilogramme.

» Tant que le mouvement de rotation des atomes subsistera, l'eau restera à l'état liquide. Elle passera à l'état solide au moment même où ce mouvement rotatoire s'arrêtera. C'est alors que, en vertu du principe *le travail se transforme et ne s'anéantit pas,* le travail dû au mouvement de rotation des atomes liquides, lequel est l'équivalent de la chaleur latente

de l'eau, se trouvera représenté par le travail dynamique dû à l'expansion de la glace.

» Il me faut maintenant expliquer comment le mouvement de rotation des 4 atomes, qui constituent 1 molécule, peut s'arrêter instantanément.

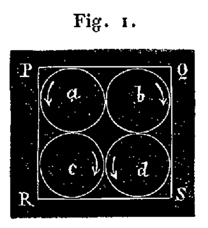
» Je désigne ici, sous le nom de *prisme moléculaire*, le prisme droit formé par quatre plans verticaux tangents extérieurement à 1 molécule, et je partage la masse liquide que je considère, et dont la forme est quelconque, en une infinité de prismes moléculaires accolés les uns aux autres. Chaque prisme contiendra lui-même une infinité de molécules superposées, dont les éléments se toucheront par les pôles, ce qui ne saurait contrarier leur mouvement de rotation harmonique.

» Pour que les 4 atomes, qui constituent 1 molécule, puissent tourner harmoniquement, il est nécessaire qu'ils soient orientés de manière à ne présenter que quatre points de contact, attendu que, avec cinq points de contact, le mouvement de rotation harmonique est impossible.

» C'est cette observation qui m'a conduit à admettre que l'orientation moléculaire commençait à se modifier à partir de 4 degrés, de manière à présenter les cinq points de contact à zéro.

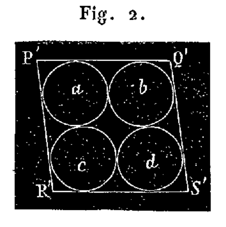
» Les trois figures qui suivent font ressortir clairement le changement qui s'opère dans l'orientation moléculaire :

Fig. 1.



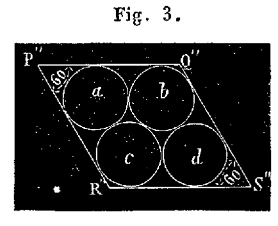
Coupe
d'un prisme moléculaire
à 4° et au-dessus.

Fig. 2.



Coupe
d'un prisme moléculaire
entre 4° et 0°.

Fig. 3.



Coupe
d'un prisme moléculaire
à 0°.

» A 4 degrés et au-dessus, la coupe horizontale du prisme moléculaire est le carré PQRS. Les 4 atomes *a*, *b*, *c* et *d* de la *fig.* 1 n'ont que quatre points de contact et tournent harmoniquement autour de leurs axes verticaux. Les 2 éléments *a* et *d* tournent, par exemple, de droite à gauche, tandis que les 2 autres *b* et *c* tournent de gauche à droite.

» A partir de 4 degrés, l'orientation moléculaire se modifie. Le carré PQRS est remplacé par le losange P'Q'R'S' de la *fig.* 2. L'atome *a* s'est éloigné de l'atoure *d*, tandis que les 2 atomes *b* et *c* se sont rapprochés. Toutefois,

comme le nombre des contacts ne dépasse pas 4, le mouvement de rotation harmonique continue et l'eau reste à l'état liquide.

» Au moment où la température atteint la limite zéro, le prisme moléculaire a pour base le losange P″Q″R″S″ de la *fig.* 3, lequel est tracé sous les angles de 60 et de 120 degrés. Les 4 atomes inscrits dans ce losange limite se touchent alors en cinq points, attendu que les atomes *b* et *c*, en se rapprochant de plus en plus, sont arrivés au contact. Dans cette position, le mouvement rotatoire des 4 atomes est nécessairement arrêté. C'est alors que l'eau passe de l'état liquide à l'état solide, et que la glace se forme en cristaux sous les angles de 60 et de 120 degrés, ce qui est parfaitement conforme à l'observation.

» Il me reste maintenant à faire voir que, par suite du changement d'orientation moléculaire que je viens d'exposer, le volume de l'eau doit nécessairement augmenter entre 4 degrés et zéro.

» L'eau se dilate sous l'influence de la chaleur, comme tous les corps de la nature. D'après Dalton, son coefficient de dilatation, dans les basses températures, serait de 0,00046 par chaque degré C.

» L'effet de la dilatation se produit directement sur le volume de l'atome, et il n'y a aucune raison pour admettre une exception à la loi de dilatation de l'atome entre 4 degrés et zéro.

» Tant que la température de l'eau dépasse 4 degrés, l'orientation moléculaire restant la même, il est évident que le volume total ou apparent varie proportionnellement au volume atomique. Ce volume total irait donc toujours en diminuant jusqu'à zéro, suivant la loi de la dilatation, si l'orientation moléculaire ne variait pas; mais, comme l'orientation change à partir de 4 degrés, la proportion cesse d'exister, à partir de cette limite de température, entre le volume apparent et le volume atomique.

» Le calcul du reste est des plus simples.

» Je désigne par V le volume d'un poids donné d'eau à 4 degrés, par V_0 le volume réellement occupé par cette eau à zéro et par V'_0 le volume qu'occuperait cette eau à zéro si son orientation moléculaire ne variait pas.

» J'aurai d'abord

$$V = V'_0(1 + 4 \times 0,00046) = V'_0 \times 1,00184.$$

» J'aurai ensuite, en observant que les volumes V_0 et V'_0 sont entre eux comme les prismes moléculaires P″Q″R″S″ et PQRS, soit, comme les surfaces du losanges P″Q″R″S″ et du carré PQRS qui leur servent de base,

$$V_0 = V'_0 \times \frac{P''Q''R''S''}{PQRS}.$$

» Or la Géométrie nous donne, en observant que le sinus de l'angle de 60 degrés est égal à $\frac{\sqrt{3}}{2}$, et en prenant pour unité le rayon d'un atome,

$$\text{Carré PQRS} = 16,000,$$

$$\text{Losange P}''\text{Q}''\text{R}''\text{S}'' = \left(2 + \frac{4}{\sqrt{3}}\right)\left(2 + \frac{4}{\sqrt{3}}\right)\frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{(4 + 2\sqrt{3})^2}{2\sqrt{3}} = \frac{14}{\sqrt{3}} + 8 = 16,08314.$$

» On a donc

$$V_0 = V'_0 \frac{16,08314}{16} = V'_0 \times 1,005196 = V \frac{1,005196}{1,00184};$$

soit, finalement,

$$\frac{V_0}{V} = 1,00335.$$

» Ainsi donc, dans le système que je viens d'exposer, et en adoptant le chiffre de 0,00046 donné par Dalton pour le coefficient de dilatation de l'eau, les volumes de l'eau liquide à zéro et à 4 degrés seraient entre eux comme les nombres 1,00335 et 1. »

PHYSIQUE. — *Effets frigorifiques produits par la capillarité, jointe à l'évaporation.* Deuxième Note de M. C. **Decharme**. (Extrait.)

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« En dirigeant sur un papier spongieux, plongeant dans le sulfure de carbone, le jet d'un pulvérisateur contenant de l'eau pure, on n'active pas la formation du givre, au contraire; mais, si l'on pulvérise le sulfure de carbone lui-même, le jet projeté sur le papier y détermine un cercle d'arborescences, qui va en croissant avec le temps. Ce même jet, dirigé sur la boule nue d'un thermomètre, y produit aussitôt du givre, puis des arborescences et un abaissement de température qui va de + 10 à — 22 degrés. Sur une lame de verre, les arborescences que l'on obtient de cette manière se conservent assez longtemps pour qu'on puisse facilement les observer au microscope....

» Parmi les divers corps poreux soumis à l'action capillaire du sulfure de carbone (papiers de diverses natures, tissus, fils, mèches, ouate, amadou, moelle de sureau, éponge, amiante, etc.), le charbon de bois ordinaire a présenté un intérêt particulier. D'abord il fait entendre des craquements très-forts, analogues à ceux qui se produisent lorsqu'on l'allume sur un réchaud; ici, c'est l'effet inverse : le refroidissement subit, qui détermine

des contractions, suivies quelquefois de la rupture du morceau. De plus, la disposition des arborescences glacées correspond aux ouvertures des vaisseaux capillaires, terminaux ou latéraux, en sorte qu'elles sont placées en couronnes concentriques à l'extrémité du charbon et rangées parallèlement, suivant les génératrices du cylindre, sur la surface latérale.

» Les liquides capables de produire, comme le sulfure de carbone, le phénomène des arborescences sur les papiers spongieux sont, jusqu'à présent, le *chloroforme*, l'*éther sulfurique rectifié*, l'*éther bromhydrique*. Il est très-probable que l'éther chlorhydrique (que je n'ai pu encore avoir pur) produit le même effet. Je ne doute pas que, parmi les liquides nombreux dont le point d'ébullition est inférieur à 60 degrés, il ne s'en trouve plusieurs jouissant de la même propriété frigorifique que les précédents. Jusqu'ici aucun liquide n'a produit les arborescences sur papier d'une manière aussi rapide et aussi intense que le sulfure de carbone, dont le point d'ébullition (48 degrés) est cependant supérieur à celui de l'éther sulfurique (35°,5) et dont la tension de vapeur (302 millimètres à 20 degrés) est moindre que celle de l'éther (433 millimètres à 20 degrés). J'ajouterai toutefois que les effets frigorifiques produits sur le thermomètre à boule entourée de papier spongieux ont été à peu près les mêmes pour ces liquides (de + 10 degrés à — 17 ou — 19 degrés), sauf pour le chloroforme, qui n'a donné qu'un abaissement de — 8 degrés dans les mêmes conditions; et cependant les arborescences auxquelles il donne lieu sont plus nombreuses et plus belles que celles que détermine l'éther sulfurique.

» Relativement à la nature des arborescences glacées, voici quelques faits qui semblent montrer qu'elle est purement aqueuse. Le point de fusion de ce givre correspond exactement à la température zéro, qu'il ait été produit par le sulfure de carbone, ou par le chloroforme, ou par l'éther sulfurique ou bromhydrique. La saveur de cette neige est nulle, ainsi que son odeur, au moment de la fusion, c'est-à-dire après l'évaporation complète du liquide volatil dont elle est constamment imprégnée durant son accroissement. La densité de l'eau de fusion est la même que celle de l'eau pure. Enfin la vitesse et la hauteur capillaires dans les tubes et dans les papiers spongieux ne présentent pas de différences sensibles pour les deux liquides. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur la quantité d'ammoniaque contenue dans l'air atmosphérique à différentes altitudes.* Note de M. **P. Truchot.**

(Commissaires : MM. Élie de Beaumont, Boussingault, Fremy, Ch. Sainte-Claire Deville.)

« Dans une précédente Communication (1), j'ai eu l'honneur de soumettre à l'Académie les résultats de recherches sur la quantité d'acide carbonique existant dans l'air atmosphérique à différentes altitudes; je lui demanderai de lui communiquer aujourd'hui un travail analogue au sujet de l'ammoniaque.

» Plusieurs savants ont déterminé la proportion d'ammoniaque contenue dans l'air, et leurs résultats montrent que cette proportion est variable avec les conditions de l'expérience. C'est ainsi que M. Gräger a trouvé $0^{mg},43$ d'ammoniaque par mètre cube; M. Kemp, $5^{mg},02$; M. Frésénius (2), $0^{mg},17$; M. Is. Pierre (3), $4^{mg},53$ et $0^{mg},65$, et M. G. Ville, une quantité très-notablement moindre; mais le premier opérait, à Mulhouse, sur 1112 litres d'air, pendant quatre journées pluvieuses de mai 1845; le deuxième, sur 376 litres d'air, pris à 300 pieds au-dessus de la mer d'Irlande; le troisième, sur $689^{lit},5$, à Wiesbaden, et durant quarante jours des mois d'août et de septembre 1848. M. Is. Pierre opérait à Caen : une première fois, sur 2720 litres d'air pendant cent dix-huit jours de l'hiver 1851-1852, et une seconde sur 4015 litres recueillis en cent soixante-neuf jours d'observations, de mai 1852 à avril 1853.

» Le but principal de mes recherches étant de déterminer la variation de la quantité d'ammoniaque avec l'altitude, en opérant, comme cela a été fait pour l'acide carbonique, à Clermont-Ferrand à 395 mètres au-dessus du niveau de la mer, au sommet du Puy-de-Dôme à 1446 mètres, et au sommet du pic de Sancy à 1884 mètres, j'ai dû employer un procédé qui permît d'expérimenter sur une grande quantité d'air, plusieurs mètres cubes par exemple, tout en ne consacrant à l'expérience qu'un temps très-court, de trois à cinq heures.

» J'ai fait construire par M. Brunt, à Paris, un aspirateur formé d'une espèce de compteur à gaz, dont les hélices sont mues par un ressort, au lieu de tourner sous la pression du gaz; un compteur ordinaire de cinq becs

---

(1) *Comptes rendus*, p. 675 de ce volume.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XXVI, p. 208.

(3) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XXXIX, p. 428.

est adapté à cet aspirateur au moyen d'un tube en plomb. Un tel système permet d'aspirer rapidement ou lentement à volonté une grande quantité d'air, tout en le mesurant à 1 litre près, et je suis persuadé qu'il peut rendre des services dans bien des recherches.

» Je me proposais d'abord de faire passer l'air aspiré soit dans de longs tubes à ponce sulfurique, soit dans un liquide acide; mais, dans ces conditions, l'appareil n'aspire l'air que très-lentement, et mon but n'était plus atteint. J'ai alors acidulé au millième, par l'acide sulfurique, l'eau que contient l'aspirateur lui-même, et c'est ce liquide qui retient l'ammoniaque. Je me suis assuré au préalable, par l'examen de l'eau du compteur, également acidulée, que l'ammoniaque atmosphérique était complétement absorbée dans l'aspirateur, et qu'il ne s'en formait pas de traces sensibles par la réaction chimique, très-faible d'ailleurs, de l'eau acidulée sur les métaux qui constituent l'appareil, et qui sont la tôle plombée et un alliage blanc contenant du nickel. L'eau employée était de l'eau distillée, provenant des dernières portions de la distillation, ou de l'eau de source dans laquelle on avait dosé l'ammoniaque pour établir une correction.

» L'appareil ayant fonctionné de manière à aspirer de 2 à 5 mètres cubes d'air, on recueillait le liquide de l'aspirateur et l'on déterminait l'ammoniaque par la méthode si précise et si commode que M. Boussingault a employée pour déterminer cet alcali dans les eaux.

» Le tableau suivant indique les résultats obtenus.

Stations.	Dates.	État de l'atmosphère.	Température.	Pression barométrique.	Volume d'air aspiré.	Quantité d'ammoniaque par mètre cube d'air à 0 et à 0m,760.
Clermont-Ferrand	22 août 1873	Couvert	22°	728mm	4320lit	1,23 mg
	23	Pluie légère	22	728	1730	2,06
	25	Soleil	27	725	5100	0,93
	26	Soleil	26	728	6600	1,40
Sommet du Puy-de-Dôme	27	Soleil	21	638	3618	3,18
Clermont-Ferrand	28	Soleil	22	728	4334	1,12
Sommet du pic de Sancy	29	Brouillards, Nuages	6	578	2063	5,55
	6 octobre	Soleil	11,5	608	2400	5,27
Clermont-Ferrand	8	Brouillard, Pluie légère	11	726	1736	2,43
	9	Beau, un peu couvert	10	727	2837	1,33
	14	Brouillard	11	726	3172	2,79

» On voit que, tandis que la proportion d'ammoniaque était, à Clermont-

Ferrand, le 28 août, de $1^{mg},12$, elle était, la veille, de $3^{mg},18$ au sommet du Puy-de-Dôme, et, le lendemain, de $5^{mg},55$ au sommet du pic de Sancy.

» Comme à cette dernière station le sommet du pic était couvert de brouillard ou plutôt de nuages pendant l'expérience, on pouvait attribuer à leur influence le chiffre élevé trouvé pour l'ammoniaque atmosphérique; une nouvelle ascension fut alors résolue, pour un moment où l'on pourrait espérer le beau temps : elle eut lieu le 6 octobre. Le ciel était pur et le soleil brillait; aussi la température était-elle de 11°,5. Des nuages se sont bien formés vers midi, mais ils n'atteignaient pas le sommet, et, divisés par la montagne, ils passaient de chaque côté du pic. Un seul, formé de vapeur assez rare et ne mouillant pas les vêtements, a enveloppé la cime pendant dix minutes; l'aspirateur n'a pas fonctionné pendant ce temps.

» La proportion d'ammoniaque, $5^{mg},27$, n'a pas été trouvée sensiblement différente, et il faut conclure de ces expériences que, dans la région des nuages, l'air atmosphérique contient plus d'ammoniaque qu'à une petite distance du sol. Ce résultat est assez important pour que je me propose de le vérifier dans d'autres saisons.

» Quant aux proportions trouvées à Clermont, sur une terrasse, à 20 mètres environ du sol, elles oscillent entre $0^{mg},93$ et $2^{mg},79$ par mètre cube; la moyenne est de $1^{mg},66$. On reconnaît, à l'inspection du tableau ci-dessus, que, pendant une pluie *légère*, et surtout pendant le brouillard, la quantité devient plus forte. On sait, du reste, par les analyses de M. Boussingault, que le brouillard contient des quantités souvent considérables d'ammoniaque, ce qui justifie ce dicton populaire : *Les brouillards qui durent engraissent la terre.*

» Enfin, pour ne comparer ces résultats qu'à ceux de M. Is. Pierre, on voit qu'ils tiennent le milieu entre les chiffres trouvés à Caen par ce savant chimiste et agronome.

» En résumé, il résulte de mes premières recherches que, si la proportion d'acide carbonique diminue à mesure qu'on s'élève dans l'atmosphère, de manière à être successivement de $0^{mg},632$, $0^{mg},405$, $0^{mg},342$ par litre aux trois stations adoptées, Clermont-Ferrand (395 mètres), sommet du Puy-de-Dôme (1446 mètres), et sommet du pic de Sancy (1884 mètres), la quantité d'ammoniaque va au contraire en augmentant et se trouve être respectivement $1^{mg},12$, $3^{mg},18$ et $5^{mg},55$ par mètre cube. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Remarques relatives aux observations présentées par MM.* E. Pelouze *et* P. Audouin, *sur la condensation des matières liquéfiables tenues en suspension dans les gaz.* Note de M. D. Colladon.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« MM. Pelouze et Audouin, dans leur Communication du 27 octobre (p. 928 de ce volume), font observer que, dans mon brevet français, expiré aujourd'hui, j'ai intitulé mon appareil : « Laveur mécanique, » et ils ajoutent : « Rien n'indique que M. Colladon ait *entrevu* la possibilité de condenser les matières liquéfiables tenues en suspension dans le gaz, sans » l'intervention de liquides ou de surfaces refroidissantes, etc. »

» Pour démontrer que je ne considérais pas l'intervention de l'eau comme indispensable dans mon nouveau système d'épuration, je reproduis ici l'Introduction de la Notice que j'ai publiée, en 1858, dans le *Journal polytechnique de Zurich:*

« Lorsque les gaz rencontrent des corps solides, il se produit parfois des phénomènes très-remarquables; il se forme des dépôts de substances qui, ou bien sont effectivement dissoutes dans le gaz, ou bien s'y trouvent suspendues en particules très-fines. Le givre qui se dépose en hiver sur les arbres en est un exemple très-connu. *Lorsqu'on épure le gaz d'éclairage, la naphtaline et le goudron s'en séparent dans des circonstances tout à fait originales. En général, les aspérités et les rétrécissements des tuyaux de conduite forcent le gaz à déposer une partie des substances en suspension;* mais, dans d'autres cas, les mêmes inégalités et les mêmes aspérités dans les conduites provoquent le mélange du gaz avec les substances en suspension. En un mot, c'est la même cause qui produit dans un des cas une séparation, dans l'autre un mélange.

» Dans tout ce paragraphe, il n'est nullement question, comme on le voit, de surfaces mouillées. »

AÉROSTATION. — *Sur l'emploi des pigeons voyageurs dans la navigation aérienne.* Mémoire de M. W. de Fonvielle. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

« L'auteur exprime le désir de compléter sa précédente Communication, parce qu'il a appris que quelques personnes attribuent aux aéronautes du *Daily Graphic* l'honneur d'avoir imaginé ces expériences. Or des pigeons ont été lancés par Biot et Gay-Lussac, dans leur ascension du 9 fructidor, an XII, dont le récit détaillé a été inséré au *Moniteur Universel* quelques jours après.

» Il résulte du récit fait par ces deux illustres Membres de l'Académie des Sciences que les pigeons ne peuvent revenir à leur pigeonnier si l'on ne prend la précaution de rapprocher l'aérostat de terre au moment de leur rendre la liberté; autrement l'air trop rare ne peut servir au vol, et ils tombent avec une vitesse accélérée.

» Comme l'auteur a appris que des expériences sur les pigeons voyageurs lancés d'un ballon vont être tentées, il croit devoir faire remarquer que les aéronautes américains n'ont réussi que parce qu'ils ont tenu compte, sans s'en douter, de cette circonstance, puisqu'ils se sont tenus très-près de terre pendant toute la durée de leur ascension.

» L'auteur croit cependant que l'on pourrait lâcher utilement des pigeons bien dressés *à une hauteur quelconque*, mais à condition de les placer sur un perchoir soutenu par un parachute. Tout porte, en effet, à penser que ces intelligents oiseaux prendraient l'habitude de cette manœuvre, et qu'ils ne lâcheraient prise que lorsqu'ils seraient parvenus dans un air suffisamment dense pour que le battement de leurs ailes pût leur permettre de lutter contre la gravitation. Un pigeon que M. Glaisher avait lancé, dans son ascension du 5 septembre 1862, à une altitude de 6437 mètres, mais à un moment où le ballon descendait rapidement, eut l'idée de se percher sur le ballon, dont il se servit comme de parachute. Prenant son vol quand il jugea l'air *volable*, il put regagner son pigeonnier.

» Pendant le siége de Paris, M. Deroard, une des personnes qui furent le plus justement récompensées pour l'organisation du service des pigeons voyageurs, imagina de faire servir des ballons-postes au dressage des jeunes pigeons. M. Rampont, directeur général des postes, fit procéder à une expérience, le 7 octobre 1870, à l'aide des ballons l'*Armand-Barbès* et le *Georges-Sand*. Malheureusement les aéronautes ne lâchèrent point leurs pigeons pendant la durée du voyage, alors que la distance était assez faible pour qu'ils pussent revenir une première fois. L'expérience fut considérée comme manquée, et elle ne fut plus recommencée.

» Il ne serait pas sans intérêt, pour éclairer la théorie de l'instinct d'orientation, de voir si des pigeons reviendraient à leur pigeonnier, dans le cas où ce pigeonnier ne serait autre que la nacelle d'un aérostat flottant dans l'air, à faible distance, pour qu'ils pussent l'apercevoir nettement.

» Aucune tentative n'a été faite par les journaux anglais pour organiser un service de pigeons voyageurs, parce que la législation télégraphique du Royaume-Uni permet aux entrepreneurs de publicité de prendre un câble électrique en location.

» Un service comme celui du *National*, pour ses dernières dépêches de Versailles, coûte 30 francs par jour. Le journal dispose de dix pigeons voyageurs qui peuvent porter cinq dépêches en double expédition. Le temps du voyage dure de quinze à vingt minutes, suivant l'état de l'atmosphère et la direction du vent. Quand il y a des brumes, l'oiseau, obligé de chercher sa route, reste plus longtemps dans l'air. Les pigeons bien dressés peuvent revenir de nuit par un beau clair de lune, mais lentement. Le retour de Versailles semble la limite du trajet qu'ils peuvent exécuter. »

ENTOMOLOGIE. — *Remarques au sujet d'une Note de* M. Derbès *sur les* Pemphigus *du* Pistacia Terebinthus, *comparés au* Phylloxera quercûs. Note de M. **Balbiani**, présentée par M. Milne Edwards.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Dans sa dernière séance, l'Académie a reçu de M. Derbès une Note dans laquelle il rappelle ses anciennes observations sur les *Pemphigus* du Pistachier Térébinthe, et signale de nombreux traits de ressemblance entre la reproduction de cet Aphidien et celle du Phylloxera du chêne, dont j'ai fait l'objet d'une Communication récente à l'Académie (*Comptes rendus* des 13 et 20 octobre). M. Derbès me reproche d'avoir omis de citer ses propres observations en cherchant, dans les annales de la science, des faits analogues à ceux offerts dans sa reproduction par le parasite du chêne.

» Je reconnais la justesse de la réclamation du savant professeur de Marseille, mais pour une partie seulement. En ce qui concerne d'abord les petits individus aptères, mâles et femelles, à trompe rudimentaire, dont il signale l'apparition, à une certaine époque de l'année, dans le cycle d'évolution des *Pemphigus*, il est évident qu'ils présentent une ressemblance frappante avec les individus sexués, dépourvus de suçoir et d'intestin, qui, chez le *Phylloxera quercûs,* s'accouplent à l'état de larves et donnent naissance aux femelles qui se multiplient ensuite, pendant un grand nombre de générations, par la voie de la parthénogénèse. Si je n'ai pas mentionné cette intéressante observation de M. Derbès, je le prie de croire que c'est par un oubli bien involontaire de ma part, et que je regrette; mais, puisqu'il a soulevé cette discussion historique, je suis obligé de lui répondre que son travail, publié en 1871 dans les *Annales des Sciences naturelles,* contient une lacune complétement semblable à celle qu'il relève dans le mien. Il est vrai que l'observation qu'il a omis de citer est ancienne et peu connue. Quoi qu'il en soit, je retrouve dans mes notes l'indication que l'entomologiste

von Heyden avait, dès 1838, constaté déjà, chez les Aphidiens, l'existence de petits individus sexués dépourvus d'ailes et de suçoir (1).

» Mes recherches sur le Phylloxera confirment donc, d'une part, les observations de mes deux prédécesseurs et démontrent, d'autre part, l'existence d'individus reproducteurs tout pareils chez des espèces différentes des véritables Pucerons. Enfin je rappellerai que, dans une famille voisine des espèces précédentes, celle des Coccides ou Cochenilles, l'existence de mâles dépourvus de trompe, à l'état d'insecte parfait, est pour ainsi dire une règle sans exception, tandis que les femelles sont toujours douées de cet appendice.

» Un autre trait d'analogie entre le Phylloxera du chêne et les *Pemphigus* du térébinthe est la dissemblance des individus qui s'engendrent les uns les autres, soit sans accouplement préalable, soit avec le concours des deux sexes. C'est à tort que M. Derbès prétend que je n'ai signalé entre les générations successives, chez le *Phylloxera quercûs*, aucune différence, sinon que les unes sont munies et les autres dénuées d'ailes. En parlant des individus composant la génération sexuée, j'ai indiqué, d'une manière générale, mais très-explicite, leurs dissemblances avec les femelles parthé-

(1) Je demande la permission de transcrire ici cette Note, en raison de l'intérêt d'actualité que présentent les faits dont il y est question.

Au commencement d'octobre 1837, von Heyden trouva, sous l'écorce d'un chêne, une colonie du *Lachnus quercûs*, composée de vingt grosses femelles, longues de $2\frac{1}{2}$ lignes, et de nombreux individus tout semblables aux précédents, mais beaucoup plus petits ($1\frac{1}{2}$ ligne). L'une des grosses femelles mit bas, sous les yeux de von Heyden, un petit individu mâle; chacune des autres femelles portait sur son dos un mâle tout pareil, et il y avait déjà vingt-quatre œufs de pondus; ces œufs étaient longs de $1\frac{1}{3}$ de ligne, tandis que les mâles n'atteignaient que $\frac{2}{3}$ de ligne.

En novembre 1838, le même observateur vit une deuxième colonie de la même espèce sous l'écorce d'un châtaignier. Les femelles étaient toutes accouplées et portèrent les mâles sur leur dos pendant plusieurs semaines, jusqu'à ce que ceux-ci fussent morts d'épuisement. Les femelles pondaient pendant l'accouplement, qui cessait de temps en temps. Von Heyden conclut de cette observation que le même Puceron, après s'être d'abord reproduit quelque temps à l'état d'individu agame, en mettant au monde des petits vivants, fonctionne ensuite comme femelle, à l'approche de l'hiver, et pond des œufs préalablement fécondés. Les mâles qui opèrent cette fécondation sont les derniers individus produits par viviparité et ils s'accouplent avec leurs mères. Le mâle ne s'accroît plus après la naissance et ne subit aucune mue; en outre, il est dénué de trompe et, par conséquent, incapable de se nourrir (*Stettiner entomol. Zeitung*, t. XVIII, p. 83; 1857).

On trouve aussi, dans Kaltenbach, d'intéressants détails sur les mâles du *Lachnus quercûs* et leur accouplement (*Monographie der Familien der Pflanzenlaüse;* 1843).

nogénésiques et j'ai particulièrement insisté sur l'atrophie de l'appareil digestif, qui constitue le trait le plus saillant de leur organisation. Si j'ai omis de parler des autres caractères différentiels, M. Derbès comprendra que les limites qui m'étaient imposées dans les *Comptes rendus* ne me permettaient guère de m'étendre sur ce point de mes observations, ainsi que sur beaucoup d'autres, et que ces détails devaient être réservés pour une publication plus développée. J'avais encore plus de raisons pour ne pas m'arrêter sur les différences que présentent entre elles les femelles aptères et les femelles ailées, outre celle constituée par la présence ou l'absence d'ailes, attendu qu'elles ont déjà été signalées par la plupart de mes prédécesseurs, non-seulement chez le Phylloxera du chêne, mais aussi chez celui de la vigne.

» De mon côté, je ferai à M. Derbès le reproche précisément inverse de celui qu'il m'adresse dans sa Note, c'est-à-dire d'avoir trop multiplié le nombre des formes dissemblables qu'il fait dériver les unes des autres chez une même espèce de *Pemphigus*. En effet, M. Derbès indique jusqu'à cinq sortes d'individus doués de caractères spécifiques différents et représentant autant de générations distinctes dans chaque espèce ; mais comme les caractéristiques qu'il donne de ces diverses générations ont été prises tantôt chez les individus très-jeunes, tantôt chez les insectes parfaitement développés, il est évident qu'elles sont loin d'avoir toutes une valeur morphologique égale. C'est ainsi qu'en décrivant les individus formant la progéniture des *Pemphigus* ailés, et qu'il appelle de *troisième génération*, individus qu'il n'a pu observer qu'à l'état tout à fait jeune, comme il en convient lui-même, M. Derbès leur attribue, entre autres caractères, d'être dépourvus d'ailes et d'avoir des antennes composées de quatre ou cinq articles seulement, tandis que chez l'insecte parfait, on en compte six chez tous les *Pemphigus* (1). Or ce sont ces mêmes individus qui, suivant M. Derbès, sont déposés par leurs mères dans un lieu qu'il n'a pu découvrir, et où ils passent l'hiver pour revenir au printemps suivant, avec des ailes, et mettre alors bas les petits vivants qui constituent la génération sexuée des *Pemphigus*. Sous leur forme dernière et parfaite, ces individus présentent-ils ou non des caractères identiques avec ceux des femelles dont ils sont issus et

---

(1) Chez un grand nombre d'autres Pucerons, tels que ceux des genres *Aphis* et *Siphonophora*, Koch, on observe également chez les jeunes individus venant de naître deux et même quelquefois trois articles de moins aux antennes que chez l'insecte complétement développé.

qui composent la deuxième génération développée dans l'intérieur des galles? C'est ce que M. Derbès ne nous dit pas, et qu'il serait important de connaître pour l'évaluation du nombre des formes dissemblables se succédant dans une même espèce. Au cas très-probable où cette similitude existerait, les deux générations ailées issues l'une de l'autre ne devraient donc compter que pour une seule et même forme organique, et nous aurions alors chez les *Pemphigus* comme chez les Phylloxeras, quatre sortes seulement d'individus dissemblables entre eux, au lieu de cinq que M. Derbès admet chez les premiers (1).

» Un dernier point sur lequel je désire m'arrêter un instant dans cette étude comparative des Phylloxeras et des *Pemphigus*, est celui qui concerne leur mode de reproduction. Les *Pemphigus*, comme tous les véritables Aphidiens, se propagent par des individus alternativement vivipares et ovipares; les Phylloxeras, au contraire, se reproduisent exclusivement par œufs pondus à toutes les générations. Dans sa Note insérée aux *Comptes rendus*, M. Derbès ne paraît attacher qu'une importance secondaire à cette distinction, tandis que, comme l'a fait très-justement observer, selon moi, M. Milne Edwards, en donnant communication de cette Note à l'Académie, elle doit être considérée comme un caractère différentiel de première valeur.

» En effet, c'est précisément par cette dissemblance dans le mode de reproduction que les Phylloxeras s'éloignent le plus des *Pemphigus* et, par conséquent, de tous les autres Pucerons, pour se rapprocher des Coccides ou Cochenilles, qui sont également ovipares à toutes les générations; mais, tandis que les naturalistes discutent encore sur la signification qu'il faut attribuer aux phénomènes de propagation des Pucerons, dont les individus vivipares sont considérés tantôt comme des *nourrices*, dans le sens attaché à ce mot par Steenstrup, tantôt comme des femelles à reproduction virginale, la même incertitude ne peut exister pour les Phylloxeras, où toutes les générations intermédiaires à celle qui se reproduit par accouplement se multiplient par des éléments auxquels on ne saurait refuser les caractères de véritables œufs, bien qu'ils ne soient pas fécondés par le mâle. Cette différence avec le développement généagénésique ou par générations alter-

---

(1) Chez les Phylloxeras, ces quatre sortes d'individus seraient les suivantes : 1° les femelles parthénogénésiques aptères; 2° les femelles parthénogénésiques ailées; 3° les individus sexués, et 4° le jeune Phylloxera sorti de l'œuf fécondé produit par ces derniers et qui recommence le cycle des générations.

nantes a été signalée, pour la première fois, par le professeur Leuckart, d'après des faits observés par lui-même chez l'*Ascaris nigrovenosa*, Ver nématoïde parasite de la Grenouille, faits auxquels il a rattaché ceux plus anciennement connus chez les Chermès, insectes voisins des Phylloxeras, dont le mode de multiplication a été étudié par de Geer, Kaltenbach et par M. Leuckart également (*Archiv für Anatomie und Physiologie*; 1865). Au petit nombre d'espèces connues jusqu'ici comme présentant ces phénomènes d'*hétérogonie*, pour employer le nom donné par M. Leuckart à ce mode de reproduction, il faut donc ajouter deux espèces nouvelles, les *Phylloxera quercûs* et *vastatrix*. »

VITICULTURE. — *Étude des renflements produits sur les radicelles des vignes par le Phylloxera* (suite). Note de M. **Max. Cornu**, délégué de l'Académie.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« En suivant, jour par jour, les modifications d'une radicelle qui se renfle sous l'action du Phylloxera et de celles qui l'entourent, il n'est pas rare de voir les radicelles voisines se modifier, à leur tour, sous l'action directe du parasite. On constate avec une pleine évidence qu'une radicelle, parfaitement saine et normale avant l'arrivée de l'insecte, prend des formes de plus en plus anormales; on peut ainsi se rendre compte avec exactitude de la série des formes successives revêtues par elle, du temps exigé pour ses transformations, etc. Cela permet aussi de constater une particularité curieuse des mœurs de l'insecte et de l'instinct qui le dirige. On voit, en effet, que la plupart des renflements des radicelles ne sont pas terminaux; ils portent le plus souvent à leur extrémité une portion cylindrique non renflée, parfois très-longue. Comment se forment ces nodosités, en apparence intercalaires? Pourquoi se sont-elles développées en un point et non au-dessus ou au-dessous? Quelle cause a déterminé le Phylloxera à se fixer ici plutôt qu'ailleurs? Il était nécessaire de constater le début de ces nodosités pour répondre à ces questions.

» Quand les radicelles sont en pleine vigueur de végétation, c'est-à-dire au printemps, pendant l'été ou au début de l'automne, ou plus exactement quand elles s'allongent encore et qu'il s'en produit de nouvelles, le jeune Phylloxera se fixe *toujours* à l'extrémité de la radicelle en voie d'accroissement; jamais je ne l'ai vu s'établir en son milieu; il choisit invariablement la partie terminale. La radicelle, quand elle est en pleine crois-

sance, se termine par un cône obtus d'un jaune vif; la partie exactement terminale est un peu plus sombre; c'est la *pilorhize*, coiffe de la racine, organe de protection, tissu sans cesse renouvelé d'un côté, et qui s'exfolie et se désagrége de l'autre; ce sont les spongioles des anciens botanistes. Immédiatement au-dessous se trouve le point végétatif, centre d'un actif développement; c'est là que se cloisonnent les cellules qui, par leur allongement ultérieur, produiront l'accroissement tout local de la racine; c'est là que se forment les organes divers qui serviront à la nutrition, là qu'afflue un plasma toujours abondant, dense et riche en matières albuminoïdes.

» C'est justement à la hauteur du point végétatif, un peu au-dessous de l'extrémité, et non sur la pilorhize, que se fixe le Phylloxera. Il a bien choisi l'endroit qui lui est le plus favorable; le tissu y est tendre, gorgé d'éléments nutritifs, les cellules périphériques elles-mêmes en sont encore remplies. L'insecte qui, après son éclosion, a dû, sans prendre de nourriture, se mettre à la recherche d'un endroit qui pourra lui en offrir, arrive au point végétatif avec une sûreté et une précision vraiment remarquables. Il s'y établit et demeure immobile; le tissu se renfle rapidement autour de lui et lui crée ainsi une sorte d'abri.

» Représentons-nous quelles sont les conséquences de cette particularité des mœurs de l'insecte. Imaginons un cep qui, l'année précédente, a perdu sous l'action des parasites toutes ses radicelles, qui, d'abord hypertrophiées, se sont décomposées à l'automne; si la plante, cherchant à réagir contre ce funeste effet, émet sur les anciennes racines de nouveaux organes d'absorption, les jeunes insectes, s'ils le peuvent, se porteront sur ces jeunes radicelles et les feront périr successivement, comme leurs devancières, et cela aura lieu d'autant plus rapidement que les jeunes Phylloxeras pourront circuler dans le sol avec plus de facilité. Ainsi la plante non débarrassée de l'insecte ne peut, dans certaines conditions, conserver de radicelles saines, c'est-à-dire d'organes d'absorption. J'avais déjà, l'an dernier, énoncé ce résultat; les observations qui précèdent le précisent davantage, en montrant que ce sont les *jeunes Phylloxeras* qui se portent sur les radicelles nouvelles.

» La conséquence est que tout traitement qui ne détruira pas le parasite, ou ne le mettra pas dans l'impossibilité de se porter sur les nouveaux organes d'absorption, sera forcément peu efficace.

» Quand plusieurs insectes se fixent les uns à côté des autres et simultanément, on les voit, à peu près à la même distance, non loin de l'extré-

mité. Il est fréquent de rencontrer de nouveaux venus, qui viennent s'établir sur une radicelle déjà occupée par d'autres. Ces nouveaux venus implantent leur suçoir plus près de l'extrémité que les anciens et ceci est une confirmation de la tendance manifestée par les premiers; car, ceux-ci restant stationnaires, tandis que la racine s'accroît par sa partie terminale, ils semblent avoir rétrogradé et se trouvent loin du point végétatif. Les parasites nouveaux sont tantôt très-éloignés des premiers, quand plusieurs jours ou plusieurs semaines se sont écoulés entre les deux arrivées; tantôt, au contraire, ils ne sont séparés des autres que par une distance très-faible, celle qui correspond à l'élongation de la racine pendant un intervalle beaucoup plus restreint. Plusieurs exemples peuvent en être constatés dans les planches qui accompagnent cette Note et les précédentes.

» Quand il y a plusieurs radicelles, ils choisissent la plus vigoureuse ou la plus jeune, ce qui revient au même, car les radicelles de la vigne sont destinées à n'acquérir souvent qu'une longueur assez faible (10, 20, 30 centimètres), après quoi elles deviennent stationnaires. Quand elles s'approchent de la limite de leur croissance, le point végétatif, qui va devenir bientôt inactif, offre probablement au parasite un plasma moins abondant, moins riche, une nourriture moins succulente. Quand ces racines ont atteint leur longueur définitive, jamais l'insecte ne se fixe sur elles. Je pourrais citer, comme exemple, des radicelles presque adultes à la fin du mois d'août, d'autres adultes vers la fin de septembre ou le milieu d'octobre, qui sont restées jusqu'à ce jour délaissées par les Phylloxeras, tandis que d'autres, plus jeunes qu'elles et situées dans leur voisinage, ont été successivement occupées par ces insectes.

» Quand le Phylloxera a choisi une position convenable, il enfonce son suçoir dans la plante, puis paraît s'y appliquer très-étroitement. Ce n'est pas seulement une apparence, c'est une réalité; quand on l'examine à la loupe, se déplaçant sur les radicelles, on aperçoit les objets environnants par le faible espace situé entre l'abdomen de l'insecte et le substratum sur lequel il marche; quand il est fixé, il n'en est plus ainsi; le tissu se gonfle autour du jeune Phylloxera; mais, avant que la radicelle se soit tuméfiée, on aperçoit l'insecte les pattes ramassées sous lui, les articulations pliées, l'abdomen reposant presque sur le tissu qu'il occupe.

» Je n'ai parlé jusqu'ici que des Phylloxeras jeunes, et l'on doit restreindre leur marche vers les radicelles à la période pendant laquelle il s'en produit en abondance de nouvelles. A l'automne, en effet, les rares renflements des radicelles qui existent encore sont dégarnis d'insectes;

ceux-ci se portent vers les racines plus grosses, car les radicelles seront bientôt le siége d'une modification toute particulière. Les radicelles, en effet, exfolient la totalité de leur écorce et en produisent une nouvelle; à cette exfoliation correspond un profond changement dans la structure anatomique de la radicelle, qui prend alors la constitution d'une racine; cela résulte d'observations nouvelles et de travaux français assez récents. Il sera nécessaire de donner sur ce point des détails plus circonstanciés quand la partie anatomique de ces recherches sera traitée spécialement. Le suçoir de l'insecte ne pénètre pas jusqu'au delà de la limite des couches qui seront exfoliées; il est naturel qu'il se mette de lui-même en garde contre cette éventualité par une retraite prudente et prématurée.

» Il n'a encore été question que des jeunes; dans mes séries d'observations, je n'ai jamais vu que des jeunes se portant à l'extrémité des radicelles; quant aux individus adultes ou presque adultes qui parfois abandonnent les renflements qu'ils occupaient, je ne les ai jamais remarqués s'établissant sur des parties complétement saines, mais plusieurs fois je les ai rencontrés sur des renflements présentant encore des insectes ou déjà abandonnés par eux. Ceci peut nous prouver plusieurs choses : d'abord qu'une nodosité est quittée pour une cause ou une autre, mais que ce n'est pas parce que cette nodosité est devenue impropre à nourrir le Phylloxera, puisqu'un autre peut s'y établir ou continuer à y vivre sans s'en éloigner. Ceci nous prouve encore que la nourriture qui convient aux jeunes, et qui est recherchée par eux avec tant de soin, n'est plus recherchée par les individus adultes, quoique les tissus soient beaucoup plus tendres et plus chargés de matières nutritives. Je n'oserais affirmer que dans aucun cas ces derniers ne s'établissent sur les radicelles saines, mais ce qui me paraît curieux à signaler c'est que, dans mes cultures, lorsqu'ils auraient pu les choisir, ces insectes les ont délaissées pour des renflements déjà formés.

» C'est peut-être en vue d'éviter un changement brusque dans leur alimentation, plutôt qu'à toute autre cause, qu'il faut attribuer cette particularité; plusieurs faits me le font supposer.

» Une fois que le Phylloxera s'est établi à la surface d'une radicelle, que devient-il? Comment se comporte-t-il? Change-t-il souvent de place, par exemple, pour aller vers une autre place non épuisée?... L'observation journalière des mêmes radicelles pouvait seule résoudre cette difficulté.

» L'insecte demeure immobile, sans changer de place, toutes choses restant dans le même état; il n'abandonne le lieu qu'il a choisi que lorsqu'il en est chassé par quelque accident, quand la racine est brisée, qu'elle

se dessèche, pourrit, etc... Il y a aussi des époques où le Phylloxera est repris d'une certaine activité, c'est à la suite de ses mues : tantôt il se contente de dépouiller son ancienne peau pour se fixer de nouveau à côté de son ancienne position; tantôt, au contraire, il s'éloigne laissant la mue qu'il vient de quitter comme témoin de son séjour en ce lieu. Il arrache son suçoir qui, fixé dans l'écorce, le gênerait probablement dans les mouvements nécessités par le dépouillement de son enveloppe; il quitte cette enveloppe et s'éloigne. Toutes les fois qu'un individu partait dans ces conditions, je tâchais de le retrouver et j'y ai plusieurs fois réussi, quand il n'avait pas été entraîné par l'eau des arrosages.

» Pourquoi l'insecte s'éloigne-t-il de l'endroit qu'il avait primitivement choisi et sur lequel d'autres peuvent cependant demeurer longtemps après son départ? Je l'ignore. Quoique ce départ se produise après toutes les mues, il paraît plus fréquent après la troisième, celle qui précède la ponte. Ces individus n'étaient pas toujours retrouvés, ce qui donne à penser qu'ils se rendaient dans les profondeurs du sol sur des racines plus grosses; les œufs, en effet, sont relativement rares sur les renflements.

» Ces allées et ces venues compliquent l'étude du développement de l'insecte; on voit combien de lacunes peuvent se produire; il faut en outre se défier de prendre une fausse piste et de confondre un insecte avec un autre qui l'a remplacé sur un renflement.

» Tandis que beaucoup d'entre eux parcourent les différentes phases de leur existence à des endroits divers, d'autres demeurent sans s'éloigner et pondent au point même où ils se sont fixés.

» Il arrive le plus souvent que ce point, qui était terminal au début, se trouve ultérieurement situé à une distance assez grande de l'extrémité; l'accroissement du point végétatif n'a pas été arrêté (comme cela résulte des Notes précédentes) par la présence du Phylloxera. Dans certains cas, au contraire, le renflement reste gros et court en forme de virgule ou de crochet très-dilaté, à extrémité obtuse, et ne s'accroît pas.

» Quelle est l'origine de cette différence? Les radicelles de la vigne ne sont pas toutes destinées à s'allonger indéfiniment; quand le point végétatif a été piqué par un insecte, il devient le lieu d'un développement considérable. N'est-il pas raisonnable de supposer qu'après avoir suffi à ce développement, épuisé par lui, il ne trouve plus de force pour s'accroître davantage? Il s'arrête, comme il se serait arrêté normalement après avoir produit une certaine élongation, assez faible du reste, de la radicelle.

» On pourrait supposer que le point végétatif a été frappé de stérilité

par le fait de la présence du Phylloxera. Beaucoup de personnes ont supposé que l'insecte verse dans la radicelle un liquide irritant dont l'effet produirait la modification de la radicelle en renflements de diverses formes. Ce liquide pourrait-il, après l'avoir déterminé, arrêter ce développement? Comment admettre, aucun nouveau Phylloxera ne venant se joindre aux anciens, et ces derniers restant à la même place, ainsi que j'ai pu le constater, comment admettre, dis-je, que dans ce cas spécial l'effet devienne à un instant justement inverse de celui qui a été déterminé d'abord sur le point végétatif par des insectes versant toujours ce même liquide au même endroit? Comment concilier cette hypothèse avec le fait bien net et facile à vérifier que, toutes choses égales d'ailleurs, plus il y a de Phylloxeras sur une radicelle et plus le renflement est considérable?

» L'autre explication de l'arrêt du développement de la nodosité paraît bien plus rationnelle. Je reviendrai plus tard sur cette hypothèse du liquide irritant considéré comme cause des renflements radicellaires.

» Pour pouvoir examiner les racines et en suivre jour par jour les modifications, j'ai dû adopter une méthode d'observation qu'il n'est pas sans intérêt de rapporter ici; j'ai choisi, après plusieurs essais, la plus commode, qui est en même temps la plus simple. Je me suis servi de boutures maintenues dans des vases à fleurs d'origines diverses, mais principalement du chasselas de treilles situées à Paris, notamment l'une dans les jardins de l'École Normale supérieure; j'ai eu à ma disposition des plants préparés par un horticulteur de Charonne, renommé pour la culture intelligente de ses vignes et la qualité de ses raisins (1). Je n'ai pas besoin de dire qu'elles étaient parfaitement saines; une partie seulement fut livrée au Phylloxera, une autre partie fut maintenue saine dans les mêmes conditions que les premières.

» Pour les étudier, j'emploie une planche munie d'une longue échancrure, dans laquelle j'engage la tige du plant en expérience, puis je retourne l'ensemble et je découvre les racines, en enlevant le pot; la terre se maintient par cohésion sans se désagréger; la tige et les feuilles sont à la partie inférieure. Je pose les bords de la planche sur deux tables voisines et de même hauteur, de façon à la maintenir horizontale. Les racines, mises à découvert, sont protégées contre la sécheresse par du papier buvard

(1) Je dois mentionner spécialement les diverses vignes que M. Durieu de Maisonneuve, de Bordeaux, a eu l'obligeance de préparer pour cette étude; des cépages du pays, des boutures de vignes américaines, des semis de *Vitis æstivalis* et *monticola*.

mouillé, moins lourd que du linge, quelque fin qu'il soit, et qu'on peut facilement déchirer au point qu'on veut examiner. De temps en temps, la partie qui demeure à l'air est humectée à l'aide d'un jet du pulvérisateur de Richardson.

» Grâce à ces précautions, certaines racines, choisies dans de bonnes conditions, fournissent d'excellents sujets d'étude et peuvent se conserver sans altération pendant une assez longue série de semaines. Comme preuve de ce que j'avance, je joins à cette Note une planche représentant l'état actuel des racines observées, depuis le 29 du mois d'août; c'est la dernière de celles qui sont relatives à l'une des séries d'observations suivies. Ces racines furent examinées de deux en deux jours, jusqu'au 4 octobre; elles le furent ensuite à de plus longs intervalles et non d'une manière suivie. On peut, en comparant l'état actuel à l'état initial, spécialement représenté au début de la série, constater qu'elles n'ont pas souffert de ces manipulations répétées; que les radicelles saines ont pris une teinte de plus en plus foncée, mais sans se froisser, s'altérer, se dessécher, comme on aurait pu le craindre. Cette méthode, malgré les dangers que courent les racines, peut donc, si elle est employée avec beaucoup de précautions, fournir d'excellents résultats.

» Pour étudier les renflements et les examiner, je me servais d'une loupe à main ou d'un pied spécial (construit par M. Verick, sur les indications de MM. Künkel et Balbiani), pied sur lequel je fixais, à volonté, un doublet, un objectif ou même le tube du microscope. Un miroir concave servait à concentrer la lumière sur le point observé.

» Il faut ajouter à tout ce qui vient d'être dit que certaines dispositions des racines ou des renflements compliquent ou facilitent le travail, et qu'il y a un choix préalable à faire avant de se lancer dans une longue suite d'observations.

» J'ai pu, par les moyens indiqués plus haut, étudier le développement des renflements, examiner et reconnaître les diverses particularités produites expérimentalement par des insectes déposés dans ce but sur des plantes saines. Les résultats obtenus avec le chasselas sont identiques à ceux que j'ai observés sur des cépages divers de la Gironde, de la Charente et de l'Hérault (*malbec, cabernet, vidure, folle blanche ou noire, balzac, aramon, carignane, tewet, alicante*, etc.), dérivés du *Vitis vinifera*. Les renflements des vignes américaines paraissent ne pas différer des précédents. J'en ai suivi le développement sur un semis de *Vitis æstivalis;* la marche m'a paru être la même que dans les autres cas.

» En résumé, on peut dire que, quel que soit le genre de vigne sur lequel on opère, si l'on dépose des Phylloxeras plus ou moins nombreux sur les racines saines, on y fera naître des renflements semblables dans tous ces cas si divers. Ils ont un développement analogue et sont le résultat de la piqûre de l'insecte.

» J'ai pu constater ces renflements, sans en faire d'ailleurs une étude approfondie, sur le *Vitis æstivalis, labrusca, cordifolia, riparia, condicans, Lincecumii,* soit dans mes cultures, soit chez M. Laliman.

» Je n'ai pu faire développer de nodosités sur les racines d'un *Cissus* (*Ampelopsis*) *hirsuta* que j'avais apporté de Paris dans ce but. J'ai examiné chez M. Laliman les racines d'un *Cissus quinquefolia*, situé dans le voisinage immédiat de plans divers très-souffrants, presque morts, par l'action du Phylloxera, ou couverts de renflements : aucun indice de la présence de l'insecte ne put y être constaté. M. Laliman a, sans succès, tenté de greffer une vigne sur ce *Cissus*. Je compte faire des essais nouveaux et des expériences réitérées dans ce sens à la saison prochaine. »

VITICULTURE. — *Observations relatives aux résultats obtenus par les études scientifiques, concernant le Phylloxera.* Extrait d'une Lettre de M. L. **Faucon** à M. le Président de l'Académie.

« Permettez à un modeste praticien de présenter ses félicitations au jeune et savant délégué de l'Académie qui, par sa rare persévérance et ses remarquables travaux, apporte tous les jours un nouveau rayon de lumière dans l'importante question du Phylloxera des vignes.

» Dans ses récentes Notes, M. Max. Cornu a attaqué de front et mis en plein jour deux points très-importants de cette question, autour desquels les théories de quelques personnes menaçaient d'entretenir une obscurité très-regrettable. Après la lecture des Communications qu'il vient de faire à l'Académie, le doute n'est plus possible au sujet de *la cause directe de la maladie des vignes* et de *l'impuissance des engrais et des moyens culturaux employés comme procédés de guérison.*

» Les consciencieuses études de M. Cornu reposent sur des bases tellement solides, que tout esprit éclairé et non prévenu devra désormais en admettre les conclusions irréfutables.

» Certains faits avaient depuis longtemps fait pressentir les résultats auxquels votre infatigable délégué est arrivé ; mais ces faits, mal définis, avancés par les uns, contestés par les autres, et flottant dans une incertitude

continuelle, n'avaient pas encore été pris en sérieuse et universelle considération; ils avaient besoin de la consécration de la science.

» Parmi ces faits, il y en a cependant quelques-uns d'une telle valeur, qu'il est difficile de comprendre qu'on les ait laissé tomber dans l'oubli. Je n'en citerai qu'un seul : dès les premiers ravages du Phylloxera, les *bonnes cultures* et les *engrais* furent employés pour combattre le terrible fléau. Personne ne contestera que ces essais n'aient été tentés par un grand nombre d'expérimentateurs, et qu'après avoir donné des apparences de réussite ils n'aient fini par échouer tous. Si le moindre doute existait à ce sujet, on n'aurait qu'à consulter les Annales de toutes les Sociétés d'agriculture des pays où le Phylloxera fit ses premières apparitions. Aux années 1868 et 1869, plusieurs rapports et mémoires, signés des noms de nos plus éminents agronomes, relatent de nombreux cas de vignes qu'on avait crues sauvées par l'application de *bonnes cultures* et de *bonnes fumures*, et qui ne tardèrent pas à mourir. On trouverait dans tous ces écrits la confirmation la plus éclatante d'une des conclusions que M. Max. Cornu a tirées de ses études et qu'il a formulée en ces termes :

« Les moyens culturaux, les engrais employés *seuls*, ainsi que je l'ai déjà dit, ne peuvent pas, et pour des raisons *parfaitement sûres*, fournir le remède propre à combattre avec succès la maladie des vignes. On voit encore malheureusement beaucoup trop d'habiles cultivateurs, égarés par des opinions sans base, se lancer dans des essais coûteux, dont l'insuccès définitif peut être prédit.

» Je suis heureux d'être un des premiers à exprimer à M. Max. Cornu ma part de la reconnaissance que tous les propriétaires de vignes lui doivent pour ses travaux, que je puis qualifier d'admirables, appréciant mieux que personne la persévérance, la pénétration et le grand savoir qui ont été nécessaires pour les accomplir. »

M. L. Petit adresse une nouvelle Note concernant les résultats fournis par l'emploi, contre le Phylloxera, des goudrons provenant de la distillation de la houille.

« Le 25 juin dernier, dit l'auteur, j'ai eu l'honneur d'adresser à l'Académie une Note sur les moyens employés pour la destruction du Phylloxera avec les produits obtenus, dans les usines à gaz, par la distillation de la houille, et, en particulier, le goudron, l'eau ammoniacale, la chaux provenant des épurations.

» Depuis cette époque, j'ai continué mes expériences, en employant, soit

le goudron seul, soit le goudron avec l'eau ammoniacale, soit ces deux substances avec la chaux des épurateurs, tamisée légèrement entre deux terres. Toutes ces applications ont réussi, et les souches ont été complétement purgées de pucerons : 1° au bout de trois mois, avec le goudron seul; 2° au bout de quarante-cinq jours, après les arrosages avec l'eau ammoniacale contenant une certaine quantité de goudron; 3° en un mois, en employant les trois substances dans l'ordre indiqué.

» Mais comme il convenait de simplifier la méthode, la plus grande partie des souches a été traitée avec du goudron seul. Je suis arrivé aujourd'hui à ce résultat, que le goudron *seul* peut conserver la souche, la purger et lui faire produire sa récolte habituelle. »

L'auteur entre ensuite dans le détail des précautions à prendre pour employer le goudron avec efficacité, et annonce qu'il est en mesure de faire de nouveaux essais, l'an prochain, sur une quantité considérable de vignes.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. **Beaume** adresse, de Bourg, une Note relative à une expérience couronnée de succès, sur la destruction du Phylloxera à l'aide d'arrosages avec les eaux de condensation des usines à gaz.

M. **Vignial** adresse une Note relative à la dégénérescence des vignes et aux procédés qui permettraient de les régénérer.

M. **F. Michaud** adresse une Note concernant un procédé pour éviter les effets désastreux des gelées tardives sur les vignes.

Ces diverses Communications sont renvoyées à la Commission du Phylloxera.

M. **Pellarin** adresse, par l'entremise de M. Ch. Robin, une réponse aux observations présentées par M. *H. Blanc* (p. 1005 de ce volume) sur les déjections cholériques considérées comme agent de transmission du choléra.

L'auteur revient sur les assertions contenues dans sa Note du 15 septembre dernier (p. 634 de ce volume); il examine de nouveau les principales divergences qui existent entre ses opinions et celles de M. H. Blanc, et cherche à établir la part qui doit revenir à chacun dans les questions de priorité qui se rattachent à la détermination des agents de transmission du choléra.

M. **Déclat** adresse un Mémoire intitulé « Nouveaux résultats de l'application de la nouvelle méthode de traitement du choléra; quelques explications sur l'emploi de cette méthode ».

L'auteur indique les résultats obtenus par la médication nouvelle fondée sur la théorie des ferments pathologiques, à l'hôpital des cholériques de Venise. Il entre ensuite dans quelques nouveaux détails sur les précautions à prendre pour appliquer avec sécurité la médication phéniquée.

Ces Communications seront soumises à l'examen de la Commission du legs Bréant.

M. **Resal** est désigné pour remplacer feu *Ch. Dupin* dans la Commission nommée pour juger le Concours du prix de Mécanique.

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Réponse à M.* Faye *concernant les taches solaires;* par M. **Th. Reye.**

« M. Faye (1) m'a fait l'honneur de discuter un des chapitres de mon livre sur les cyclones, tornados et trombes. Je voudrais présenter à ce sujet quelques remarques à l'Académie.

» M. Faye admet que « sans doute il existe des tourbillons ascendants »; l'illustre savant ajoute que « tels sont aussi les petits tourbillons qu'on voit » si fréquemment courir sur nos chaussées et nos places pendant les jour- » nées chaudes. » Or, dans les déserts et dans les landes, on voit des tourbillons ascendants de toutes grandeurs, depuis les plus petits jusqu'aux larges trombes qui soulèvent vers le ciel des colonnes de sable (2), et jusqu'aux orages de poussière (3) dont le diamètre dépasse quelquefois 80 kilomètres. Tous les observateurs s'accordent à reconnaître que ces phénomènes ne se distinguent que par leur extension, et qu'ils sont tous produits par les mêmes causes.

» La longue série des faits d'observation contenus dans la riche litté-

---

(1) Voir les *Comptes rendus* du 20 octobre 1873, t. LXXVII, p. 855-861.

(2) Voir Reid, *An Attempt to develop the law of Storms*, p. 469; London, 1850, 3e édition.

(3) Voir Baddeley, *On the Dust-Storms of India;* ou *Philosophical Magazine*, 1850, vol. XXXVII, p. 155.

rature des tourbillons démontre, en outre, que toutes les trombes sont des courants d'air verticaux, ordinairement ascendants, qui s'élèvent le plus souvent quand l'air est chaud et tout à fait calme. Il en est de même des effrayants tornados de l'Amérique du Nord qui, par leur extension et par leurs terribles effets mécaniques, forment une sorte d'intermédiaires entre les trombes et les cyclones. Si pourtant M. Faye assure que les petits tourbillons de nos chaussées « n'ont rien de commun que le tournoiement » avec les tornados et les cyclones, il ferait bien de désigner la limite où les petits tourbillons finissent et où les trombes ou les cyclones commencent.

» En m'appuyant sur les nombreuses et belles observations de MM. Redfield, Reid, Piddington, Thom, Meldrum, Buys-Ballot, Mohn, dont M. Faye ne contestera pas l'autorité, j'ai démontré que, dans les cyclones, des masses énormes d'air s'élèvent des couches atmosphériques les plus basses jusqu'aux nuages. Un des cyclones les mieux étudiés est sans doute celui de Cuba (1) [4 à 7 octobre 1844], dont le diamètre dépassait 1440 kilomètres. Or j'ai réussi à évaluer l'intensité du vaste courant ascendant de ce cyclone, et j'ai trouvé que la quantité d'air enlevée par lui se montait au moins à 420 millions de mètres cubes ou 490 millions de kilogrammes par seconde. La même quantité étant continuellement restituée au cyclone par les régions environnantes, le cylindre énorme formé par l'ouragan se remplissait d'air nouveau en moins de cinq heures et demie. Le travail mécanique consommé en une seconde pour communiquer à l'air affluent la vitesse d'un ouragan excédait 35 milliards de kilogrammètres; mais, malgré tous les faits d'observation qui conduisent à de tels résultats, M. Faye assure que, dans les tornados et dans les cyclones, il y a un courant d'air, non pas ascendant, mais descendant.

» J'ai insisté sur un autre phénomène de premier ordre, qui accompagne régulièrement nos cyclones terrestres; je veux parler de la couche épaisse des nuages denses qui couvrent le cyclone et les régions environnantes et qui versent sans cesse des torrents de pluie. M. Thom (2) a évalué la quantité de pluie qui peut tomber dans un cyclone dans l'espace de vingt jours, et, en s'appuyant sur des observations sûres faites à l'île Maurice, il trouve que cette quantité suffirait pour couvrir toute la surface de la Grande-

---

(1) Voir les excellents travaux de Redfield dans *Silliman's american Journal of Science and Arts*, 2e série, vol. I et II, 1846.

(2) Voir Thom, *An Inquiry in to the nature and course of Storms.......*, p. 187; London, 1845.

Bretagne d'une couche d'eau de 5 pieds et 4 pouces de hauteur. Ces torrents de pluie naissent sans doute des vapeurs d'eau que le courant ascendant entraîne des couches inférieures humides aux régions plus élevées de l'atmosphère. Si M. Faye ne veut pas admettre ce fait, il pourrait rendre un grand service à la Météorologie en proposant une explication plus naturelle et plus simple.

» M. Faye appuie sa nouvelle théorie des taches solaires sur l'analogie des trombes ou des cyclones terrestres; mais cette analogie n'existe pas (1). On ne connaît aucune trombe bien étudiée qui se soit formée par l'action de deux vents parallèles à vitesses différentes, et, dans aucun cyclone, on n'a constaté de courants *descendants* comparables à ceux qui, selon M. Faye, donnent naissance à la noirceur des taches solaires. M. Thom est, de tous les météorologues qui ont traité spécialement des cyclones, le seul qui explique l'origine des cyclones terrestres d'une manière analogue à la théorie de M. Faye; mais son explication a été complétement réfutée, il y a vingt ans, par M. Piddington (2).

» Dans mon livre, j'ai soutenu l'ancienne opinion de Galilée, que les taches solaires sont des nuages suspendus dans l'atmosphère du Soleil. J'ai ajouté que ces nuages, étant remplis de denses vapeurs métalliques, doivent se trouver dans les régions inférieures de cette atmosphère et qu'ils sont nourris ou constamment renouvelés (comme les nuages des cyclones terrestres) par les couches atmosphériques les plus basses. J'ai avancé mes opinions sous toutes réserves, en déclarant formellement que, vu les rapides progrès de la science du Soleil, il faudrait probablement modifier bientôt et corriger en quelques points cette explication des taches. C'est seulement à l'idée principale de cette théorie que je croyais pouvoir attribuer un peu plus de valeur qu'à une simple hypothèse. C'est donc à tort que M. Faye prétend que *je propose mon hypothèse aux astronomes à titre de conséquence logique de ma théorie.*

» M. Faye croit avoir réfuté mon hypothèse en opposant le fait *que les taches sont des cavités, non pas extérieures, mais intérieures à la photosphère.* Cette objection m'étonne d'autant plus que cet éminent astronome soutient lui-même que non-seulement la photosphère, mais tout le Soleil, est à

---

(1) M. Tarry a déjà fait cette objection à M. Faye dans les *Comptes rendus* du 7 juillet 1873, p. 44-48.

(2) PIDDINGTON, *The Sailor's Horn-Book for the law of Storms*, 2e édition, p. 282-291; London, 1851.

l'état gazeux. Si M. Faye veut me permettre de comprendre aussi sous le nom *d'atmosphère solaire* la photosphère ou du moins ses couches supérieures, il trouvera que son objection ne démontre rien contre mon hypothèse.

» Je me suis bien gardé d'avancer une opinion sur l'état d'agrégation du Soleil, parce que je ne connais aucune observation ni aucun fait qui puisse nous renseigner à ce sujet. Quand j'ai parlé de la surface brillante du Soleil, cette expression ne s'appliquait pas à la limite inférieure de l'atmosphère. Certains phénomènes qui accompagnent souvent les protubérances m'ont conduit à la conclusion formelle que les vapeurs métalliques découvertes par M. Kirchhoff dans l'atmosphère du Soleil se trouvent *au-dessous* de la chromosphère.

» Si je n'ai pas discuté dans mon livre les travaux antérieurs de M. Faye sur les taches solaires, c'est que son ancienne théorie des taches, qu'il a depuis modifiée à fond lui-même, me paraissait être déjà réfutée par M. Kirchhoff, et que la formule de M. Zœllner représente mieux que la sienne la loi de rotation des taches. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les plans tangents triples à une surface;*
par M. **William Spottiswoode.**

« Les coordonnées de quatre points P, P_1, P_2, P_3 dans un plan, savoir les quantités

$$(x, y, z, t), \quad (x_1, y_1, z_1, t_1), \quad (x_2, y_2, z_2, t_2), \quad (x_3, y_3, z_3, t_3),$$

satisfont à l'équation bien connue

$$(1) \qquad \begin{vmatrix} x & x_1 & x_2 & x_3 \\ y & y_1 & y_2 & y_3 \\ z & z_1 & z_2 & z_3 \\ t & t_1 & t_2 & t_3 \end{vmatrix} = 0;$$

par conséquent, des relations de la forme suivante doivent subsister entre les quantités dont il s'agit :

$$(2) \qquad \begin{cases} \lambda x + \mu x_1 + \nu x_2 + \rho x_3 = 0, \\ \lambda y + \mu y_1 + \nu y_2 + \rho y_3 = 0, \\ \lambda z + \mu z_1 + \nu z_2 + \rho z_3 = 0, \\ \lambda t + \mu t_1 + \nu t_2 + \rho t_3 = 0. \end{cases}$$

Soit

$$(\xi, \eta, \zeta, \vartheta)^n = 0 \tag{3}$$

l'équation d'une surface U; et, pour abréger la notation, posons

$$\left\{\begin{aligned} 0^n &= (x, y, z, t)^n, \\ 1^n &= (x_1, y_1, z_1, t_1)^n, \\ 0^{n-1}1 &= (x, y, z, t)^{n-1}(x_1, y_1, z_1, t_1), \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{aligned}\right. \tag{4}$$

Cela étant ainsi, la condition qu'un quelconque des quatre points, P_3 par exemple, se trouve sur la surface U, peut s'écrire comme ci-dessous

$$3^n = 0, \tag{5}$$

et les coordonnées des autres points P, P_1, P_2 doivent satisfaire à l'équation suivante :

$$(\lambda x+\mu x_1+\nu x_2,\ \lambda y+\mu y_1+\nu y_2,\ \lambda z+\mu z_1+\nu z_2,\ \lambda t+\mu t_1+\nu t_2)^n = 0, \tag{6}$$

ou, en se servant de la notation (4),

$$0^n\lambda^n + 1^n\mu^n + \ldots + n0^{n-1}1\lambda^{n-1}\mu + \ldots = 0,$$

ou bien

$$(0\lambda + 1\mu + 2\nu)^n = 0; \tag{7}$$

et, si l'on regarde les quantités λ, μ, ν comme variables, on peut prendre la formule (7) comme l'équation de la courbe d'intersection du plan passant par les points P, P_1, P_2 avec la surface U.

» Si le point P_2 se trouve sur la surface, on aura $2^n = 0$; si le plan touche U dans le point P_2, les points P, P_1 se trouveront dans le plan tangent à P_2, et l'on aura $12^{n-1} = 0$, $02^{n-1} = 0$; si le plan touche U dans les deux points P_2, P_1, on aura, de plus, les conditions $1^n = 0$, $01^{n-1} = 0$, $21^{n-1} = 0$; et, s'il touche dans les trois points P, P_1, P_2, on aura, de plus, $0^n = 0$, $0^{n-1}1 = 0$, $0^{n-1}2 = 0$.

» Si les droites PP_2, P_1P_2 se confondent avec les tangentes principales au point P_2, on aura les conditions $0^2 2^{n-2} = 0$, $1^2 2^{n-2} = 0$, et ainsi de suite, pour une paire quelconque des tangentes principales.

» Dans le cas d'une surface du troisième degré, l'équation de la courbe d'intersection sera

$$(0\lambda + 1\mu + 2\nu)^3 = 0, \tag{8}$$

et, si le plan touche U dans les trois points P, P_1, P_2, on aura les conditions suivantes :

$$(9)\quad \begin{cases} 0^3 = 0, & 0^2 1 = 0, & 0^2 2 = 0, \\ 01^2 = 0, & 1^3 = 0, & 1^2 2 = 0, \\ 02^2 = 0, & 12^2 = 0, & 2^3 = 0, \end{cases}$$

et, dans ce cas-là, l'équation (8) se réduit à la forme

$$(10)\quad 012\lambda\mu\nu = 0 :$$

c'est-à-dire qu'il faut que $\lambda = 0$, ou $\mu = 0$, ou $\nu = 0$. En posant $\lambda = 0$, on trouve que $x_3 = \mu x_1 + \nu x_2$, $y_3 = \ldots$, $z_3 = \ldots$, $t_3 = \ldots$, et, par conséquent, le plan rencontrera la surface dans une droite dont les équations seront

$$(11)\quad \begin{Vmatrix} x_1 & y_1 & z_1 & t_1 \\ x_2 & y_2 & z_2 & t_2 \\ x_3 & y_3 & z_3 & t_3 \end{Vmatrix} = 0.$$

On peut donc conclure que chaque plan tangent triple rencontre une surface du troisième degré en trois droites qui se coupent deux à deux dans les points P, P_1, P_2.

» Passons au quatrième degré. En se servant des mêmes conditions, on trouvera que l'équation de la courbe de contact prendra la forme suivante :

$$(12)\quad 1^2 2^2 \mu^2\nu^2 + 2^2 0^2 \nu^2\lambda^2 + 0^2 1^2 \lambda^2\mu^2 + 2(0^2 12\lambda + 01^2 2\mu + 012^2\nu)\lambda\mu\nu = 0;$$

ce qui représente une courbe du quatrième degré, unicursale, trinodale, dont les trois nœuds se trouvent aux points P, P_1, P_2.

» Dans le cas d'une surface d'un degré quelconque n, on trouve une propriété semblable. En effet, quand le plan touche la surface dans les trois points P, P_1, P_2, l'équation de la courbe d'intersection prend la forme

$$(13)\quad \lambda\mu\nu(\lambda, \mu, \nu)^{n-3} + \mu^2\nu^2(\mu, \nu)^{n-4} + \nu^2\lambda^2(\nu, \lambda)^{n-4} + \lambda^2\mu^2(\lambda, \mu)^{n-4} = 0.$$

En posant $\lambda = 0$, on en tire $\mu^2\nu^2(\mu, \nu)^{n-4} = 0$, c'est-à-dire que la courbe coupe le côté BC du triangle fondamental deux fois dans le point B et deux fois dans le point C, et ainsi de suite pour les autres côtés du triangle. En outre, la courbe coupe le côté BC dans les points donnés par l'équation $(\mu, \nu)^{n-4} = 0$. »

PHYSIQUE. — *Sur le sens de propagation de l'électricité.* Note de M. **Neyreneuf.**

« Si l'on fait communiquer avec le sol une des armures de la machine de Holtz, privée de ses deux bouteilles en cascade, on obtient des effets inverses suivant le signe de l'armure. Si l'on touche l'armure négative, le rendement de la machine semble exalté; si l'on touche l'armure positive, la machine se décharge, à moins que la distance explosive qui ferme le circuit ne soit très-petite.

» Il n'y a plus une différence aussi marquée si on laisse sur la machine la paire de bouteilles en cascade.

» Admettons que l'électricité se propage dans le sens du positif au négatif (voir *Comptes rendus*, t. LXXVI, p. 1000 et 1351); si on lui fournit une route facile d'écoulement, en touchant l'armure positive, il est clair que le jeu inverse d'électrisation des différentes parties de la machine ne pourra pas persister. Si elle trouve deux routes, comme lorsqu'on laisse la paire de bouteilles, une dérivation se produira, de sorte que le rendement de la machine pourra continuer. Le circuit du courant ne fait que s'agrandir quand on établit la communication de l'armure négative avec le sol et, par conséquent, il n'y a pas de raison pour que la machine cesse de fonctionner. »

PHYSIQUE. — *Réponse à la dernière Note de* M. Mercadier, *à propos de l'étude du mouvement vibratoire d'un fil élastique;* par M. **H. Valérius.** (Extrait.)

« Pour répondre aux déclarations contenues dans la dernière Note de M. Mercadier (p. 950 de ce volume), je me contenterai de rappeler les conclusions de mon Mémoire et de les comparer aux lois données par M. Mercadier (*Comptes rendus*, p. 639 et 671, t. LXXVII).

» Voici les conclusions de mon Mémoire :

» 1° Entre certaines limites, des fils de verre de longueurs différentes, attachés par une de leurs extrémités à un même corps sonore, et libres à l'autre extrémité, peuvent vibrer, soit transversalement, soit longitudinalement, d'après le même mode de subdivision, et donner lieu, suivant leur longueur, à des *concamérations normales,* à des *concamérations réduites* ou à des *concamérations anormales* ou *irrégulières.*

» 2° Les longueurs des concamérations normales et réduites obéissent rigoureusement aux mêmes lois que les longueurs des concamérations dans

les lames vibrantes libres à leurs deux bouts, pourvu que, dans les vibrations des fils de verre, on tienne compte de l'influence perturbatrice exercée par le corps sonore.

» 3° Pour des fils de verre de même épaisseur, le nombre des vibrations par seconde est en raison inverse du carré de la longueur des concamérations normales de même espèce.

» 4° Dans les fils de verre, la vitesse de transmission des impulsions longitudinales est égale au double de celle des impulsions transversales.

» Voici maintenant les lois données par M. Mercadier :

» 1° Quelle que soit sa longueur, quand le fil vibre régulièrement, il vibre toujours synchroniquement avec le diapason. (Cette loi appartient à M. Mercadier, mais on conviendra qu'elle était en quelque sorte évidente *à priori.*)

» 2° Pour un même fil, les distances nodales, sauf la première à partir du diapason et l'avant-dernière, sont égales.

» 3° Pour un même fil, quelle que soit sa longueur, l (la partie du fil après le dernier nœud) est constante et égale au tiers de la distance nodale normale des concamérations égales.

» 4° A mesure qu'on fait varier la longueur du fil, l, d, D restent invariables; la distance du premier nœud au diapason seule varie. (On remarquera que les lois 2, 3 et 4 de M. Mercadier sont toutes renfermées dans ma deuxième loi ci-dessus. Les figures jointes à mon travail et les explications dont elles sont accompagnées montrent, du reste, que j'avais bien reconnu les trois lois dont il s'agit.)

» 5° Toutes choses égales d'ailleurs, les distances nodales des fils de même nature sont entre elles comme les racines carrées de leurs diamètres. (Cette loi appartient à M. Mercadier. N'ayant opéré que sur des fils de verre de même diamètre, je ne pouvais songer à la rechercher.)

» 6° Pour des diapasons différents, les distances normales correspondant à un même fil sont en raison inverse des racines carrées des nombres de vibrations des diapasons. (Cette loi est identique à ma troisième.)

» 7° Si l'on fait varier l'amplitude du diapason, la forme de la vibration du fil ne change pas, mais les trois ou quatre premiers nœuds voisins du diapason se déplacent, en s'éloignant ou en se rapprochant de lui suivant que son amplitude augmente ou diminue. (Ce fait est clairement signalé dans ma deuxième loi; mais je crois que les irrégularités occasionnées par le diapason ne s'étendent que jusqu'à l'origine des concamérations égales

que M. Mercadier désigne par la lettre D. Du reste, j'avoue que je ne me suis pas occupé d'une manière spéciale de ces déplacements.)

» Telles sont les sept lois de M. Mercadier, que je connaissais au moment où j'ai adressé ma réclamation à l'Académie. Sur ces sept lois, j'en avais donné cinq, et, en outre, j'avais signalé l'existence des concamérations réduites et étudié les vibrations longitudinales.

» Depuis, j'ai eu connaissance des quatre dernières lois de M. Mercadier (*Comptes rendus*, 22 septembre). Ces lois lui appartiennent; mais elles sont relatives aux vibrations transversales. M. Mercadier ne s'est pas encore occupé ni des vibrations longitudinales, ni du phénomène des concamérations réduites. »

HYGIÈNE. — *Action de l'eau de Seine et de l'eau de l'Ourcq sur le plomb.* Note de M. **Fordos.**

« Dans la Note que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie, lundi dernier, j'avais examiné l'action de l'eau sur le plomb, uniquement au point de vue du danger que présente l'emploi de ce métal pour rincer les bouteilles. Je ne m'étais pas préoccupé de l'influence que pouvait exercer sur la réaction la nature de l'eau ou la grosseur des grains de plomb employés. Mes expériences avaient été faites avec l'eau qui alimente mon laboratoire et la pharmacie de l'hôpital de la Charité, c'est-à-dire de l'eau de l'Ourcq, et je m'étais servi du plomb de chasse que l'on emploie pour nettoyer les fioles dans les hôpitaux civils, dans les hôpitaux militaires et dans les pharmacies.

» J'ai fait depuis les expériences suivantes : 1° J'ai introduit dans une fiole de 250 grammes 50 grammes de plomb de chasse neuf n° 4 et 100 grammes d'eau distillée, et dans une autre fiole pareille, contenant également 50 grammes de même plomb, j'ai mis 100 grammes d'eau de l'Ourcq; j'ai pris les deux fioles, une dans chaque main, et je les ai agitées de la même manière, pendant le même temps. Le plomb a été attaqué dans les deux fioles, comme je l'ai indiqué dans mon précédent travail; mais l'action a commencé et a marché plus rapidement dans l'eau distillée. 2° Même expérience, en remplaçant le plomb n° 4 par du gros plomb à bouteilles neuf : l'action a été plus lente à se manifester, mais elle s'est produite dans les deux flacons, en commençant, comme précédemment, dans l'eau distillée. 3° Même expérience avec du plomb de chasse neuf n° 10, c'est-à-dire du très-petit plomb : ici l'action a été beaucoup plus

prompte; d'ailleurs même résultat. 4° Même expérience avec du plomb ayant déjà servi : action plus rapide qu'avec le plomb neuf. 5° L'eau de Seine et l'eau de l'Ourcq se sont comportées de la même manière dans tous mes essais. 6° J'ai soumis à l'analyse le dépôt blanc sale, ou blanc grisâtre, qui résulte de l'action de l'eau de Seine et de l'eau de l'Ourcq sur le plomb. Ce dépôt se dissout, avec dégagement d'acide carbonique, dans l'eau acidulée par l'acide nitrique, et dans l'acide acétique, en laissant un très-léger résidu noir. La solution précipite en jaune par l'iodure de potassium, et en noir par l'hydrogène sulfuré, et, après la séparation du plomb par l'acide sulfhydrique, elle précipite en blanc par l'oxalate d'ammoniaque. Ces réactions indiquent que le produit examiné est formé de carbonate de plomb et de carbonate de chaux. Dans mes précédentes recherches je n'ai signalé que la présence du carbonate de plomb; cela suffisait pour le but que je me proposais d'atteindre. L'eau de Seine et l'eau de l'Ourcq, après leur action sur le plomb, ne sont pas colorées par l'acide sulfhydrique; elles ne renferment donc pas de plomb en dissolution, du moins dans les conditions de mes expériences. Ici toutefois je fais des réserves, car dans quelques essais j'ai obtenu des indices de plomb.

» Il résulte de toutes ces expériences : 1° que l'eau de Seine et l'eau de l'Ourcq attaquent le plomb, mais plus lentement que l'eau distillée; 2° que l'action est d'autant plus rapide que le plomb est plus divisé; 3° que l'action se produit plus rapidement avec du plomb ayant déjà servi qu'avec du plomb neuf; 4° que le produit de l'action de l'eau de Seine et de l'eau de l'Ourcq sur le plomb est formé de carbonate de plomb et de carbonate de chaux, et que ces eaux, après la réaction, ne renferment pas de plomb dissous, ou seulement une quantité infinitésimale.

» Voici comment on peut, je crois, expliquer l'action de l'eau distillée et des eaux calcaires sur le plomb. Dans l'eau distillée, l'acide carbonique est libre et peut immédiatement, en présence du plomb et de l'oxygène de l'air, former du carbonate de plomb; il résulte aussi d'observations faites antérieurement par les chimistes que l'eau pure peut agir sur le plomb en donnant naissance à un hydrate. Dans les eaux calcaires, l'acide carbonique est combiné au carbonate de chaux, à l'état de bicarbonate, et est par suite moins apte à contracter une nouvelle combinaison. Quand on agite l'eau calcaire avec du plomb, il y a dissociation du bicarbonate, sous l'influence de la chaleur et de l'électricité que développe le frottement des grains de plomb les uns contre les autres et contre les parois du vase, et

l'acide carbonique peut alors entrer en combinaison avec le plomb, en présence de l'oxygène de l'air, et produire du carbonate qui se dépose; mais, en même temps, le carbonate de chaux, ayant perdu l'acide carbonique qui le maintenait en dissolution, se précipite aussi; de là la présence de ces deux sels dans le produit de la réaction. Si l'eau ne contient pas de plomb en dissolution, il faut encore, je crois, en chercher l'explication dans la présence du carbonate de chaux; celui-ci retient l'acide carbonique à l'état de combinaison et l'empêche d'agir comme dissolvant sur le carbonate de plomb.

» J'ai désiré me rendre compte de ce qui se passe dans les conduites en plomb. J'ai trouvé, dans les magasins de l'hôpital de la Charité, des bouts de tuyaux ayant servi. Ces tuyaux sont recouverts à l'intérieur par un dépôt semblable à celui que donnent les eaux calcaires. J'ai pris des parcelles du dépôt dans trois tuyaux, pour les soumettre à l'analyse. L'acide nitrique étendu d'eau et l'acide acétique les dissolvent avec dégagement d'acide carbonique; la solution est précipitée en jaune par l'iodure de potassium et en noir par l'acide sulfhydrique, et, après avoir été débarrassée du plomb par l'hydrogène sulfuré, elle donne un précipité blanc abondant avec l'oxalate d'ammoniaque. Cette analyse indique que le dépôt est formé de carbonate de chaux contenant du carbonate de plomb, et fournit la preuve la plus évidente que les conduites en plomb sont attaquées par les eaux calcaires.

» La théorie que j'ai donnée de l'action des eaux calcaires sur le plomb en grenaille est applicable aux tuyaux; seulement, ici l'action doit être très-lente. Le carbonate de chaux et le carbonate de plomb se déposent sur le métal et forment un vernis préservateur, et, lorsque le plomb est complétement recouvert, un nouveau dépôt de carbonate de chaux peut se produire si l'eau est très-calcaire.

» On conçoit que, dans ces conditions, l'eau arrive à sa destination dans un état de pureté absolue. En est-il de même de l'eau sortant des tuyaux nouvellement posés?

» Ici encore, l'eau ne doit pas, par suite de la présence du carbonate de chaux, contenir du plomb en dissolution; mais l'eau ne peut-elle pas, surtout au début de la pose et dans les premiers temps, entraîner mécaniquement des particules de plomb carbonaté? C'est un point à éclaircir. D'ailleurs la question de l'action des eaux sur les conduites en plomb ne me paraît pas avoir été étudiée sous toutes ses faces. Elle mériterait de fixer l'attention des chimistes placés pour observer et expérimenter. »

PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. — *Sur le pouvoir rotatoire des hyposulfates.* Note de M. E. BICHAT, présentée par M. Pasteur.

« M. Pape a annoncé (*Ann. de Poggendorff*, t. CXXXIX, p. 124-139) qu'il avait trouvé le pouvoir rotatoire dans les cristaux d'hyposulfates de potasse, de plomb, de chaux et de strontiane. Ce fait est en désaccord avec les observations de M. de Senarmont. Cet éminent physicien a étudié avec beaucoup de soin les cristaux d'hyposulfates de plomb, de chaux et de strontiane. Il a déterminé le signe de ces cristaux et observé les anneaux qu'ils donnent dans la lumière polarisée convergente, et il n'y a pas constaté le pouvoir rotatoire.

» D'autre part, M. Pape considère les cristaux des quatre hyposulfates qu'il a étudiés comme appartenant au système hexagonal régulier; tandis que, d'après Ramelsberg et Gmelin, celui de potasse ne l'est pas. Il est indiqué par ces deux derniers auteurs comme étant orthorhombique. Dans le premier cas, on comprend très-bien qu'on ait pu constater l'existence du pouvoir rotatoire. Dans le second cas, au contraire, on ne connaît pas encore de procédé pour mettre en évidence cette propriété. Pour vérifier l'exactitude des résultats donnés par M. Pape, il y a donc lieu de rechercher si, comme il l'affirme, l'hyposulfate de potasse est un cristal à un axe, ou bien si, comme l'affirment Ramelsberg et Gmelin, ce même corps se présente sous la forme d'un cristal à deux axes.

» Enfin, d'après M. Pape, aucun des hyposulfates étudiés n'est hémièdre, ce qui est en contradiction formelle avec une théorie générale d'après laquelle il doit exister une relation intime entre l'hémiédrie et le pouvoir rotatoire.

» Il fallait donc, pour élucider la question, vérifier d'abord l'existence du pouvoir rotatoire dans les cristaux d'hyposulfates, pouvoir rotatoire annoncé par M. Pape, contrairement aux observations de M. de Senarmont; lever ensuite le doute qui existe sur la forme cristalline de l'hyposulfate de potasse en présence des assertions contradictoires de M. Pape et de MM. Ramelsberg et Gmelin; et enfin, si le pouvoir rotatoire existe, chercher à mettre en évidence les facettes hémiédriques.

» Il est vrai que les hyposulfates de potasse, de plomb, de chaux, de strontiane jouissent du pouvoir rotatoire. Les lois sont les mêmes que pour le quartz. Le pouvoir rotatoire est nul dans les dissolutions; dans les cristaux, il est droit ou gauche. Le pouvoir rotatoire du quartz étant représenté par 100, celui de l'hyposulfate de potasse est représenté par 40, celui

de l'hyposulfate de plomb par 24, celui de l'hyposulfate de strontiane par 8. Ces nombres sont fort peu différents de ceux donnés par M. Pape. Dans le cas de l'hyposulfate de potasse, il faut que le cristal soit observé sous une épaisseur de 1 centimètre, pour que la croix noire qui traverse les anneaux n'aille pas jusqu'au centre. Dans le cas des autres hyposulfates, l'épaisseur des cristaux que l'on a pu obtenir n'a jamais été assez grande pour que la croix noire ne fût pas complète.

» Sous le rapport de la forme cristalline, j'ai étudié surtout avec soin l'hyposulfate de potasse. Les cristaux de ce corps appartiennent en effet au système hexagonal régulier. Ils se présentent sous la forme de prismes à douze pans, portant à chaque extrémité des pyramides à six faces. A la base de ces pyramides, et tangentiellement aux arêtes d'intersection de leurs différentes faces, se trouvent de petites facettes triangulaires rappelant, par leur position, les faces rhombiques du quartz. Dans un grand nombre de cristaux formés naturellement dans une eau mère maintenue à température constante, on observe de petites facettes plagièdres disposées à droite ou à gauche des faces triangulaires. Les faces triangulaires, et, par suite, les faces plagièdres ne s'observent facilement que dans les gros cristaux. Si les gros cristaux que l'on observe ne possèdent pas naturellement de facettes hémiédriques, ils les possèdent certainement dans leur structure intime, car il est toujours facile de les faire naître en employant l'un des procédés indiqués par M. Pasteur.

» Suivant que les facettes plagièdres sont placées à droite ou à gauche de la face triangulaire, le pouvoir rotatoire de l'hyposulfate est lui-même droit ou gauche.

» Dans l'hyposulfate de plomb, que l'on peut obtenir facilement en cristaux assez volumineux, les facettes plagièdres qui, naturellement, se produisent très-rarement, peuvent également être mises en évidence au moyen des procédés de M. Pasteur.

» Dans le cas des hyposulfates de chaux et de strontiane, je n'ai pu obtenir que des cristaux trop minces pour pouvoir y établir la présence des facettes hémiédriques.

» Les cristaux d'hyposulfate de plomb, tout en conservant la même forme extérieure, présentent souvent des mâcles plus ou moins compliquées. C'est ainsi que, dans les différentes parties d'un même cristal, j'ai pu observer des anneaux avec la croix noire allant jusqu'au centre, des lemniscates comme dans le cas d'un cristal à deux axes, et des spirales d'Airy comme dans les quartz contraires superposés.

» En résumé, comme l'a annoncé M. Pape, les cristaux d'hyposulfates de potasse, de plomb, de chaux et de strontiane jouissent du pouvoir rotatoire.

» Les cristaux d'hyposulfate de potasse, comme l'a annoncé encore M. Pape, appartiennent au système hexagonal régulier.

» Enfin, contrairement aux résultats obtenus par M. Pape, et conformément à la théorie générale, les cristaux d'hyposulfates de plomb et de potasse sont hémièdres, et le sens de l'hémiédrie est intimement lié au sens du pouvoir rotatoire. »

CHIMIE MOLÉCULAIRE. — *Du pouvoir rotatoire de la mannite.* Note de M. **Vignon**, présentée par M. Pasteur.

« M. Loir a fait, le premier, l'observation très-curieuse que les solutions aqueuses de la nitromannite manifestent une action sur la lumière polarisée, quoique la mannite soit classée parmi les corps inactifs. Depuis lors, on a reconnu que cette propriété de la nitromannite était générale et que la plupart des dérivés de la mannite dévient le plan de polarisation; toutes les analogies tendent donc à faire considérer ce corps comme une substance active. Néanmoins, les expériences tentées dans le but de constater son action sur la lumière polarisée ont été, jusqu'à ce jour, sans résultat.

» Je suis parvenu à mettre en évidence le pouvoir rotatoire de la mannite, en ajoutant à une solution saturée de ce corps de l'acide borique, ou mieux encore du borax, et en examinant l'action d'un pareil système sur la lumière polarisée. On sait en effet, d'après les expériences de M. Biot, que l'acide borique a la singulière propriété d'augmenter le pouvoir rotatoire de l'acide tartrique. M. Pasteur a montré également qu'il augmentait celui de l'acide malique.

» J'ai pris de la mannite pure, cristallisée, et de l'acide borique purifié par plusieurs cristallisations; j'ai constaté tout d'abord que ces deux corps, mis séparément en solutions saturées dans l'eau, ne déviaient pas le plan de polarisation. J'ai fait dissoudre dans un peu d'eau de la mannite et de l'acide borique en proportions telles que ces deux corps fussent en excès par rapport au dissolvant. Une telle solution, examinée après filtration à l'appareil Soleil, dans des tubes de 200 millimètres, m'a donné une déviation de cinq divisions à droite.

» En évaporant cette solution au bain-marie, on obtient une masse vis-

queuse qui, traitée par l'alcool absolu, se délite peu à peu en une poudre blanche qui n'est autre chose que de la mannite paraissant de nouveau inactive. L'acide borique se retrouve en dissolution dans l'alcool avec toutes ses propriétés. Il n'y a donc pas eu de combinaison. Si l'on ajoute à cette solution mannito-borique des cristaux de carbonate de soude en léger excès, ce sel se dissout avec effervescence, et la déviation vers la droite augmente considérablement. La déviation primitive, qui était de cinq divisions à droite, devient égale à vingt et une divisions dans le même sens.

» Il résulte de là que le borate de soude a la propriété d'augmenter le pouvoir rotatoire de la mannite d'une quantité plus considérable que l'acide borique : c'est ce que l'expérience directe vérifie. En faisant dissoudre dans un volume d'eau de la mannite pure jusqu'à saturation, et 2 grammes de borax, on obtient une déviation de vingt divisions à droite. Ces expériences ont été répétées avec des échantillons de mannite pure de diverses provenances; elles ont toujours donné les mêmes résultats.

» Ces faits prouvent que la mannite possède le pouvoir rotatoire. L'acide borique et le borax ne se sont pas combinés avec cette substance; ils n'ont fait qu'augmenter, par une action qui leur est spéciale, la dissymétrie préexistante dans les molécules de mannite. Il n'est donc plus étonnant que les éthers de la mannite agissent sur la lumière polarisée. Trop faible pour être apprécié directement, le pouvoir rotatoire préexistait dans le générateur. Il n'a pas été créé dans l'acte de l'éthérification.

» Je donne, pour prendre date, ce premier résultat qui, indépendamment de toute détermination quantitative, établit que la mannite possède le pouvoir rotatoire. Dans une prochaine Note, je reviendrai sur cette action de l'acide borique et des borates, et je mesurerai les déviations pour des systèmes ternaires bien définis.

» Ce travail a été fait au laboratoire de Chimie de la Faculté des Sciences de Lyon. »

« M. **Pasteur**, après avoir communiqué les résultats qui précèdent, au nom de leur auteur, annonce que cette question du pouvoir rotatoire de la mannite est étudiée depuis plusieurs mois au laboratoire de Physique de l'École Normale, par M. Bichat, qui arrive à la même conclusion que M. Vignon par des épreuves peut-être plus décsives encore. En effet, M. Bichat a reconnu que la mannite en solution aqueuse manifeste le pouvoir rotatoire dans un tube de 4 mètres de longueur. La mannite n'est donc pas, comme on avait été porté à le penser, un corps inactif qui donne des combinaisons

actives : c'est une substance douée du pouvoir rotatoire, dont l'action est trop faible seulement pour qu'on puisse la constater dans les saccharimètres ordinaires. L'asparagine a déjà présenté des faits du même ordre. »

MÉTÉORITES. — *Masse de fer météorique découverte en creusant un fossé. Observations sur la structure moléculaire du fer météorique. Protochlorure solide de fer dans les météorites;* par M. J.-LAURENCE SMITH.

« *Masse de fer météorique.* — Cette masse de fer présente un intérêt particulier; elle n'a pas été découverte comme le sont généralement ces corps gisant à la surface du sol : elle a été trouvée enfouie dans la terre, non toutefois à une profondeur très-considérable.

» En 1862, un fermier du nom de E. Freeman, en creusant un fossé dans le comté de Howard (État d'Indiana), après être arrivé à une profondeur de 60 centimètres, vint à heurter une masse dure qui attira son attention, et, voyant que la densité de cette masse était beaucoup plus grande que celle des roches d'alentour, il eut l'idée de la conserver.

» La terre creusée présentait une argile compacte au-dessous de 10 centimètres de terre noire, et la masse se trouvait enrobée dans cette argile, preuve évidente de son long séjour dans la terre; l'argile, tout autour du gisement, était colorée d'oxyde de fer dû à une légère oxydation de la surface du météorite, dont le métal s'attaque lentement, cependant, au contact de l'influence atmosphérique.

» Ce météorite a été perdu de vue pendant un certain nombre d'années, étant tombé entre les mains de personnes prenant peu d'intérêt aux questions d'histoire naturelle, et ce n'est que tout récemment qu'il me fut envoyé pour être soumis à mon examen. C'est un ovale oblong, irrégulier de forme et pesant 4 kilogrammes : il porte sur sa surface les dentelures ordinaires dont sont affectés la plupart des fers météoriques. L'altération produite sur la surface est très-légère, vu la longueur de temps que le produit doit avoir séjourné en terre. Une coupe fraîchement faite laisse voir un brillant parfait.

» La pesanteur spécifique du fer est 7,821. Voici la composition du météorite :

Fer	87,02
Nickel	12,29
Cobalt	0,65
Phosphore	0,02
Cuivre	trace.

» Si l'on polit une surface du météorite et si on la traite par l'acide nitrique ou l'eau de brome, elle ne donne pas la plus légère indication des figures Widmannstætten, si caractéristiques pour la plupart des fers météoriques. Au fait, elle appartient à ce genre de fers riches en nickel (et ne donnant toutefois aucun signe de figures Widmannstætten) auquel appartient le fer du Cap de Bonne-Espérance de 1793, qui contient 15 pour 100 de nickel et 2,5 pour 100 de cobalt, et un fer plus récent de Californie, appelé le fer *shingle-springs*, contenant 17 pour 100 de nickel et 6 de cobalt; la même chose peut se dire du météorite *octihbeha*, contenant la quantité énorme de 59,7 pour 100 de nickel. En outre des fers ci-dessus, il en est d'autres qui contiennent beaucoup moins de nickel, et qui n'offrent pas non plus les figures Widmannstætten, tels que ceux du comté de Nelson, de Braunan, etc.

» *Structure du fer météorique.* — Dans la solidification et la cristallisation du fer, comme dans celles d'autres substances contenant des impuretés, il y a tendance à éliminer les constituants étrangers vers la portion extérieure des cristaux; et là où la masse devient une agglomération de cristaux, c'est entre ces derniers et dans les vides contigus à leur surface que se trouvent en grande partie les constituants étrangers, mêlés à plus ou moins de la matière prédominante. A l'égard du fer, nous voyons se manifester ce phénomène d'une manière très-marquée, par exemple, quand un haut-fourneau vient à se refroidir et que le fer accumulé au fond passe lentement d'un état pâteux à un état solide; le fer se trouve alors formé en gros cristaux contenant une bien plus petite quantité de carbone que le fer ordinaire produit par le même fourneau, le carbone en ayant été éliminé entre les cristaux sous forme de flocons de graphite.

» Pour appliquer ce raisonnement au cas des fers météoriques (et mes expériences de 1852, faites sur quatre-vingts spécimens, ont prouvé que toujours il s'y manifestait des traces de phosphore, fait qui a été vérifié par toutes mes analyses subséquentes), je dois dire, d'abord, que si le fer se solidifie rapidement, on devra s'attendre à une diffusion du phosphore sans manifestation exagérée dans aucune partie de la masse; mais que, si le fer a passé lentement de l'état pâteux à l'état solide, alors on pourra s'attendre à une élimination plus ou moins parfaite du phosphore vers certaines parties représentant les espaces entre les cristaux de la masse. Il ne faut pas croire que nous ayons toujours à chercher sa complète élimination sous forme de composé défini de phosphore et de fer, mais bien que les portions de fer formant les limites des cristaux deviendront plus chargées

de phosphore du centre à la circonférence durant la lente solidification de ces derniers.

» L'homogénéité de la masse ainsi détruite, ses parties différentes deviendraient différemment sensibles à l'action des agents chimiques, même alors que le phosphore s'y trouverait en quantité très-minime. On donnerait ainsi naissance à cette surface marbrée dans les lignes de la cristallisation, que l'on connaît sous le nom de *figures Widmannstætten*.

» Le phénomène des figures Widmannstætten, comme on les appelle, dans ses rapports avec les fers météoriques, présente un très-grand intérêt et n'a pas été encore suffisamment expliqué. Il fut un temps où on le supposait provenir d'un alliage plus riche en nickel dans les lignes des figures que la masse du fer; puis on l'a fait provenir de l'accumulation d'un phosphure de nickel et de fer (schreibersite) le long de certaines lignes de cristallisation dans la masse; mais aucune de ces hypothèses ne saurait expliquer les traits variés de ces figures, ni leur absence totale, dans le cas qui nous occupe.

» Ma conviction est que nous n'arriverons pas à une conclusion satisfaisante tant que notre connaissance des effets de quantités minimes de corps étrangers dans le fer ne sera pas plus complète qu'elle ne l'est aujourd'hui; c'est un sujet que la Chimie élabore, afin d'apprendre jusqu'à quel point les *impuretés* peuvent être considérées comme nuisibles dans le fer. La tendance des recherches est de démontrer que ces impuretés, même en minimes proportions, peuvent avoir un rôle important à jouer dans les utiles modifications du fer, et, pour ma part, je constate, comme résultat de mes observations que 1 pour 100 et même moins de phosphore modifie le fer à ce point qu'il présente une résistance plus grande à l'action de l'acide sulfurique concentré. Les affineurs d'or et d'argent par le procédé de l'acide sulfurique essayent les fontes avant d'en trouver une qui réponde à leur but. Certains vaisseaux de fonte sont détruits en quelques semaines, tandis que d'autres dureront des années. Il est vrai que, en dehors de la propriété chimique que peut communiquer la trace du phosphore, elle peut modifier, à un certain degré, les propriétés physiques du fer en lui donnant plus de fluidité à l'état de fusion et en fournissant des fontes plus compactes.

» Mais de tous les exemples de séparation de substances dans la formation de composés naturels il n'en est point de comparables à ceux que montre le fer météorique, où les éléments qui ont le plus d'affinité l'un pour l'autre sont séparés l'un de l'autre par les lignes de démarcation les

plus prononcées. Je n'entends pas par là dire que le soufre, le phosphore et le fer d'un météorite soient complétement séparés l'un de l'autre, mais bien qu'une petite portion de fer se combine avec la presque totalité du soufre et du phosphore de la masse entière, s'isolant en forme de nodules clairs et distincts et si bien que l'on tenterait en vain d'en produire artificiellement de semblables.

» Une des formes les plus remarquables de cette séparation se présente quand les composés de soufre et de phosphore sont éliminés dans la même cavité, comme je l'ai moi-même démontré en 1852. J'ai dans mon cabinet (ce qui peut encore se trouver en d'autres mains) divers spécimens de ce phénomène : le dernier est présenté par le fer tombé dans l'Afrique méridionale en 1862 et que j'ai décrit devant l'Académie. On y voit une cavité ovale de $2^c,5$ sur son grand diamètre; dans le centre est du triolite (sulfure de fer) remplissant la cavité à 1 millimètre ou 2 de la surface, et entre la surface extérieure du triolite et celle intérieure de la cavité est une mince couche de schreibersite (phosphure de fer et de nickel d'une composition définie ($Ni^2 Fe^4 P$) contenant à peine un vestige de soufre. En d'autres places, on trouve des lames de ce même phosphure d'épaisseur plus ou moins grande. On y découvre fréquemment des nodules de triolite entièrement isolés.

» Mais, pourra-t-on se demander, et ce fer qui contenait cette grande quantité de phosphore et de soufre? Voici la réponse : dans le fer proprement dit on n'en découvre qu'une trace; dans le fer *Tazewell*, par exemple, qui m'a fourni plusieurs de ces nodules composés, il n'y a que 0,016 pour 100 de phosphore dans le fer; dans celui d'Arva, rempli de couches de schreibersite, le fer même n'en conserve dans sa masse que 0,019 pour 100, et il me semble impossible d'expliquer une élimination aussi parfaite du phosphore et du soufre, corps qui ont pour le fer une si grande affinité, autrement qu'en supposant un long séjour à l'état pâteux et une solidification lente de la masse.

» Il est presque inutile de dire que des géologues et des minéralogistes ont fait remarquer ce procédé de ségrégation dans un grand nombre de cas; sa prééminence, dans le cas présent, tient à la grande affinité des substances qui participent à la production de ce phénomène dans les fers météoriques.

» *Protochlorure solide de fer dans les météorites.* — Ce fut en 1852 que, pour la première fois, je découvris de petites parcelles de protochlorure solide de fer dans le fer *Tazewell*, car, bien que l'on eût souvent observé l'exsudation d'un sel déliquescent sur la surface de ces fers, cette exsuda-

tion avait toujours été attribuée à un perchlorure liquide, sans qu'on eût jamais pu indiquer sa source exacte dans le fer, de sorte que beaucoup étaient d'avis que ce perchlorure avait une origine terrestre; mais la découverte de protochlorure solide dans l'intérieur de la masse suffit pour mettre hors de doute que le chlorure faisait partie de la masse originelle dans les météorites. Depuis lors, il n'a pas été question d'autre découverte de protochlorure, et il n'y a que quelques mois que je le retrouvai pour la seconde fois dans le fer météorique de Rockingham, comté de la Caroline du Nord. Il m'apparut sous la forme d'une petite masse verte; une prise dans l'intérieur du fer fut employée pour une analyse qualitative; la portion restante fut placée aux mains de M. Daubrée, professeur à l'École des Mines. »

GÉOLOGIE. — *Sur la formation tertiaire supranummulitique du département de l'Hérault.* Note de **M. P. de Rouville.**

« Il me paraît intéressant de prolonger, dans le département de l'Hérault, les observations de M. Leymerie sur la formation tertiaire supranummulitique du bassin de Carcassonne.

» L'Aude et l'Hérault ne sont que des divisions purement arbitraires d'une unité pétrographique dont le caractère de continuité s'impose à tout observateur; le grès de Carcassonne franchit donc les frontières administratives, et présente dans l'Hérault tous les éléments qu'énumère M. Leymerie; il se prolonge ainsi, identique à lui-même, au milieu de ses variations de matériaux adventifs et de couleurs, jusqu'à Cessenon et Causses-Murviel (arrondissement de Saint-Pons et de Béziers) sur une longueur d'une cinquantaine de kilomètres, juxtaposé sur tout ce parcours au calcaire à nummulites, sauf dans son extrémité orientale, où il revêt d'une manière immédiate les schistes et les calcaires paléozoïques.

» Une circonstance remarquable, c'est qu'à partir de Causses-Murviel jusqu'à la terminaison orientale du département de l'Hérault, le grès de Carcassonne ne se retrouve plus avec ses mêmes caractères pétrographiques, pour ce qui regarde plus particulièrement sa partie clastique, tandis que les calcaires qu'il renferme à l'ouest, dans l'Hérault et dans l'Aude, et qui doivent bien lui être rapportés, continuent, accompagnés de dépôts mécaniques d'une physionomie presque entièrement nouvelle. Il y a évidemment ici changement régional dans les caractères de la sédimentation, et, par conséquent, juxtaposition de deux faciès analogues à ceux

que M. Leymerie se borne, dans sa Note, à indiquer dans les bassins de Carcassonne et de Narbonne.

» La similitude des faits, entre l'Aude et l'Hérault, se constate encore dans une circonstance plus importante; je veux parler du rôle essentiellement subordonné du calcaire de Ventenac au milieu du dépôt détritique, subordination que M. Leymerie met en relief.

» Le calcaire de Ventenac, que M. Matheron a rapporté le premier au calcaire à lignites de l'Hérault (calcaire de la Caunette), forme en effet, dans ce département, des masses assez puissantes en certains points, se réduisant, sur d'autres, à des bancs d'une faible épaisseur, et placées dans des situations diverses de gisement; elles recouvrent immédiatement le calcaire à nummulites, à Félines-Hautpoul, la Caunette, Assignan; elles se présentent près de Cesseras et d'Oupia en intercalation dans les grès. Quand on ne se contente pas de recouper ces masses normalement à leur prolongement, mais qu'on les suit en surface, comme je l'ai fait pour le tracé de la carte géologique de l'Hérault, où j'ai distingué les régions exclusivement calcaires d'avec les régions composées de roches clastiques, on les voit très-irrégulièrement configurées, s'atténuant le plus souvent après s'être élargies et comme renflées, et finissant par se perdre au milieu des matériaux d'agrégation qui conservent leur continuité et leur puissance.

» Ces contours ellipsoïdaux ou lenticulaires se voient très-bien sur la carte de l'arrondissement de Saint-Pons, actuellement à la gravure, au nord de la Livinière, d'Azillanet, d'Aigue et d'Aiguesvives; les calcaires lacustres y recouvrent tout ensemble le calcaire à nummulites, et pénètrent dans l'épaisseur du grès. On y voit la preuve qu'ici, comme dans la plupart des cas, des phénomènes de sédimentation chimique (dépôts de sources) ont coexisté à certains intervalles avec d'autres, plus continus, de nature mécanique.

» Ces circonstances fournissent l'occasion de faire ressortir l'importance extrême de l'étude d'un terrain en superficie, les relevés de coupes et de profils ne suffisant pas à montrer le rôle relatif des divers éléments qui entrent dans son économie; c'est cette étude en superficie, inaugurée presque par Gressly dans le Jura soleurois, qui a fait naître la notion de *facies*, si importante pour la juste appréciation des unités géognostiques.

» Ce même ordre de considérations, et les observations de M. Leymerie pour le département de l'Aude, me confirment encore dans les doutes que j'ai soumis à M. Matheron, sur la distinction d'époque établie par lui

pour les calcaires de Grabels et ceux de Saint-Gely, près de Montpellier; pour moi, les calcaires de ces deux localités ne forment qu'un seul horizon; à des différences de faune, j'opposais et j'oppose encore des caractères d'association et même de continuité qui me font rapporter à un même ensemble de dépôts et, par suite, à une même formation, les sédiments qui ont offert, en certains points de l'Aude et de l'Hérault, des Lophiodons, et les calcaires à Paléothérium de Saint-Gely. J'arrive donc, pour l'Hérault, à la conclusion de M. Leymerie pour l'Aude, à savoir l'unité de formation de tous les dépôts compris entre le calcaire à nummulites et les sédiments lacustres ou marins à Dinothérium. L'auteur de la Note propose d'appeler cette formation *Carcassienne;* je la nommerais plutôt, pour plus d'euphonie, *Carcœsonienne* (de *Carcœso*, Carcassonne, comme la nomme César dans ses *Commentaires*), si je n'hésitais à donner une appellation déduite d'un faciès tout local à une formation d'une extension géographique aussi considérable, et d'une constitution aussi complexe dans tous les pays que celle qui répond à l'éocène moyen et à l'éocène supérieur des géologues. »

A 5 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures un quart.

D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 10 novembre 1873, les ouvrages dont les titres suivent :

Traité théorique et pratique d'Hydrothérapie; par le Dr BENI-BARDE. Paris, G. Masson, 1874; in-8°. (Présenté par M. Bouillaud au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1874.)

Études et lectures sur l'Astronomie; par C. FLAMMARION; t. IV. Paris, Gauthier-Villars, 1873; 1 vol. in-18. (Présenté par M. Faye.)

Instruction sur les paratonnerres, adoptée par l'Académie des Sciences. Paris, Gauthier-Villars, 1874; 1 vol. in-18, avec figures.

Histoire de l'Astronomie depuis ses origines jusqu'à nos jours; par F. HOEFER. Paris, Hachette, 1873; 1 vol. in-12.

Mémoire sur les agents iatraleptiques en général et en particulier sur la composition, l'emploi, l'action et les propriétés du topique-Fabre (glycéro-mellite composé); *par* D. FABRE-VOLPELIÈRE. Avignon, A. Roux, 1873; in-4°. (4 exemplaires.)

Des ferments organisés, de leur origine par voie de mutabilité et du rôle qu'ils sont appelés à jouer dans les phénomènes naturels; Thèse par J.-E. DUVAL. (de Versailles). Neufchâtel, imp. Duval, sans date; in-8°. (Présenté par M. Ch. Robin.)

Conservation des membres blessés par armes à feu perfectionnées; par le Dr E. LANTIER. Paris, A. Asselin, 1873; br. in-8°.

Experimental researches in cerebral physiology and pathology; by David FERRIER. London, Smith, Elder and C°, 1873; in-8°. (Adressé par l'auteur au Concours de Physiologie expérimentale.)

L'Académie a reçu, dans la séance du 17 novembre 1873, les ouvrages dont les titres suivent :

La Marine cuirassée; par M. P. DISLERE. Paris, Gauthier-Villars, 1873; 1 vol. in-8°.

Hygiène et assainissement des villes; par J.-B. FONSSAGRIVES. Paris, J.-B. Baillière, 1874; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

La théorie Darwinienne et la création dite indépendante. *Lettre à M. Ch. Darwin par* Joseph BIANCONI. Bologne, N. Zanichelli, 1874; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Milne Edwards.)

Annales des Ponts et Chaussées. Mémoires et documents; juin 1873. Paris, Dunod, 1873; in-8°.

(*La suite du* Bulletin *au prochain numéro.*)

ERRATA.

(Séance du 10 novembre 1873.)

Page 1100, ligne 9, *au lieu de* ajoute, *lisez* agite.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 24 NOVEMBRE 1873.

PRÉSIDENCE DE M. DE QUATREFAGES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ZOOLOGIE. — *Développement des Polypes et de leur Polypier.* Note de M. H. DE LACAZE-DUTHIERS.

« L'Académie a bien voulu, l'été dernier, demander à M. le Ministre de la Marine mon embarquement à bord du *Narval*, occupé à cette époque à terminer l'hydrographie des côtes de l'Algérie. Mon but, en entreprenant ce voyage, était d'étudier de nouveau les bancs de corail, dont j'avais déjà appris à connaître la richesse, en 1860, 1861 et 1862.

» Le capitaine de vaisseau Mouchez, bien connu de l'Académie par ses travaux considérables d'hydrographie, désirait depuis longtemps avoir à son bord des hommes s'occupant de recherches scientifiques, afin de voir utiliser les moyens d'étude dont il disposait et les matériaux qu'il pouvait recueillir, en faisant de nombreux sondages.

» Un jeune géologue de la Sorbonne, aussi zélé que plein de savoir, M. Velain, avait été embarqué le 1er mai sur le *Narval*. Durant cinq mois, il a pu étudier les côtes de l'Algérie, si difficiles à explorer, car ce n'est qu'en arrivant du côté de la mer que, dans bien des cas, on peut en aborder l'étude, et je puis assurer à l'Académie qu'elle recevra des Commu-

nications fort intéressantes sur la constitution géologique de nos possessions d'Afrique.

» De Gibraltar au cap Négro, en Tunisie, des sondages nombreux ont été faits à des profondeurs diverses, et les produits en ont été recueillis avec grand soin. Ils sont à l'étude en ce moment et tout porte à croire qu'ils fourniront des données curieuses.

» L'histoire de la formation actuelle des fonds coralligènes sera l'objet de Communications, résultant d'un travail que je prépare, en commun avec M. Velain.

» On va généralement très-vite dans les recherches de zoologie marine à de grandes profondeurs; aussi, après avoir étudié trois années de suite la faune des mers de la Calle et de la Tunisie et l'avoir revue avec des moyens nouveaux, en restant constamment embarqué, cette année, j'espère pouvoir montrer que la proposition suivante de M. Carpenter mérite d'être un peu modifiée. Je vois qu'il dit, dans son travail sur les mers intérieures (1) et les draguages sous-marins :

« Le long des côtes d'Afrique, nous ne trouvâmes absolument rien; j'y supplée en donnant la liste des coquilles trouvées à Tunis, par M. Jeffreys. »

» Pour moi, j'ai trouvé des genres nouveaux et des types très-intéressants dans ces mêmes mers, comme on le verra par des Communications ultérieures.

» Ai-je besoin de dire que M. Velain et moi avons reçu, à bord du *Narval*, de la part de son savant commandant, l'accueil le plus empressé, le plus affectueux et je dois ajouter l'accueil le mieux approprié au besoin des recherches scientifiques? Le commandant Mouchez était toujours préoccupé de la réussite de nos études, et il a fait tout ce qu'il a pu pour les favoriser, en restant dans les limites de sa mission, qui avait pour but de terminer l'hydrographie des côtes de l'Algérie.

» Le champ de mes recherches se trouvait donc avoir les mêmes limites que celui des études du commandant, et je puis dire à l'Académie, ayant été son missionnaire, que j'ai mis toute la réserve possible pour éviter d'entraver les travaux du commandant, qui de son côté faisait tous ses efforts pour aider nos observations.

» Je remercie sincèrement MM. les Secrétaires perpétuels, et particulièrement M. Dumas, des soins qu'ils ont pris d'aider mon embarquement et

---

(1) Voir Carpenter, *Revue scientifique*, p. 1138; 31 mai 1873.

mes recherches. J'ai trouvé auprès d'eux l'empressement qu'ils mettent toujours quand il s'agit de faciliter les travaux scientifiques.

» Il est des régions de la Méditerranée que je crois fort riches. Mon désir ardent eût été de les explorer; mais les exigences du service du *Narval* ne me l'ont pas permis. J'ai tout lieu de penser que des circonstances nouvelles pourront se présenter, qui me permettront peut-être de mettre à exécution mes desseins.

» Pendant le voyage que je viens de faire, j'ai eu l'occasion de recueillir des observations dont les résultats, indiqués dans des notes succinctes, semblent n'avoir point été admis en France. J'ai pu vérifier de nouveau la vérité des faits que je vais publier maintenant en détail, et j'ai cru que je devais à l'Académie de lui communiquer d'abord ces résultats.

» Je veux parler du développement des Polypiers.

» Il n'y a pas, dans la science, de travail étendu et suivi sur l'embryogénie des *Polypes à Polypier*. Presque tous les auteurs qui ont eu pour but l'étude du mode d'accroissement du Polypier se sont attachés à prendre, d'un côté, les calyces ou Polypiérites paraissant les plus jeunes; de l'autre, ceux qui semblaient les plus complétement développés, et, en cherchant les termes intermédiaires entre ces extrêmes, à déduire, par le passage insensible des uns aux autres, les lois soit de la multiplication des parties, soit du mode d'accroissement général des calyces.

» On ne voit pas les zoologistes s'appliquer à reconnaître les premières traces des dépôts du calcaire dans les corps des Polypes encore à l'état d'embryons, et à suivre ces premiers nodules inorganiques jusqu'à l'entière constitution du calyce ou Polypiérite avec tous ses éléments. En un mot, on a étudié plutôt et plus exclusivement le squelette isolé de l'animal ou le Polypier lui-même.

» *On a induit des lois* qui se trouvent dans la science, *non de l'étude de la charpente pendant sa formation dans l'embryon, mais bien de l'observation, des Polypiérites tout formés ayant différentes grandeurs*. En un mot, *on a cru pouvoir affirmer ce qui avait dû être d'après ce qui était au moment de l'observation.*

» Dans un Polypiérite, c'est-à-dire dans l'un des calyces du Polypier d'un Actiniaire, quelle qu'en soit l'espèce, on sait qu'il existe des lames rayonnantes de grandeur variée. Ces lames, de première, de deuxième, de troisième,..., de $n^{ième}$ grandeur, alternent régulièrement dans un certain ordre. L'ensemble de celles qui sont homologues ou semblables constitue ce qu'on nomme un *cycle*. À cette vue, la même pensée vient naturellement à l'esprit

de tous les observateurs, et l'on peut dire que, aux yeux de tous, les lames égales ou de même grandeur formant un cycle sont nées à une même époque, qu'elles ont commencé et continué à croître simultanément, ce qui expliquerait leur égalité; enfin que les lames de grandeur différente sont aussi d'âges différents, et que leur étendue est directement proportionnelle à la durée de leur croissance, c'est-à-dire à leur âge.

» On peut certainement affirmer que cette idée, qui se présente tout naturellement à l'esprit, a été le point de départ des lois nombreuses formulées d'après l'observation des objets de collection, lois qui ont fourni les bases principales des classifications et de la nomenclature des parties des Polypiers proposées surtout par les auteurs français. Des naturalistes allemands, plus particulièrement MM. Schneider et Rötteken d'une part, et C. Semper de l'autre, en se plaçant à des points de vue différents, se sont attachés à démontrer l'impuissance de ces lois, et la difficulté ou l'impossibilité qui existe souvent quand il s'agit de les vérifier ou de les appliquer.

» L'un de mes désirs, en allant cet été en Afrique, était de trouver des embryons ainsi que de très-jeunes Polypes à Polypier et de revoir, pour les vérifier, les théories diverses émises sur l'origine et le mode de croissance des Polypiers.

» J'ai été assez heureux pour réussir à avoir des embryons ainsi que de très-jeunes Polypes, et ce sont les résultats de mes nouvelles observations que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie.

» On sait que le Polype, qui coiffe et produit un Polypier, offre autour de sa bouche des couronnes de tentacules ou bras de grandeurs différentes; que ces tentacules ont aussi été groupées en cycles et que l'on a appliqué à leur développement la même série de lois que pour les lames du Polypier. Or, en suivant l'apparition des tentacules sur l'embryon, on ne peut vérifier aucune des lois qu'on trouve dans la science : c'est ce que j'ai prouvé dans un Mémoire (1) publié l'année dernière.

» Ceci jette un grand trouble dans l'esprit quand, de l'étude des parties molles de l'animal, on veut passer à la connaissance du développement de ses parties dures. En effet, chaque tentacule répond à une loge du corps du Polype, et dans le fond de chacune de ces loges s'élève une des lames calcaires du Polypier; on devait donc d'avance se demander si la loge et le

---

(1) Voir H. DE LACAZE-DUTHIERS, *Archives de Zoologie expérimentale et générale* volume I; 1872.

tentacule qui en dépend, comme aussi la cloison calcaire qui la remplit, suivaient une seule et même loi ou des lois différentes dans leur formation.

» J'ai pu de nouveau, dans mon voyage, m'assurer de la parfaite exactitude des faits suivants.

» Deux questions se présentaient : il s'agissait de déterminer d'abord dans quelle partie et dans quelle couche élémentaire des organes commençaient à se déposer les particules calcaires du calyce; ensuite quelles étaient les lois présidant à l'apparition et à la multiplication des pièces du Polypier.

» Il fallait logiquement, pour suivre les progrès du développement des pièces calcaires, commencer par connaître, comme on l'a cherché pour les os, où se déposaient les premières particules.

» Des auteurs français admettent que c'est dans le derme du corps des Polypes que se fait le dépôt principal : aussi appellent-ils *sclérodermés* le groupe des Coralliaires dont il est ici question; mais on remarquera qu'il serait d'abord utile de donner une définition précise, histologique du derme, ce qui n'est pas fait. Aujourd'hui, on distingue deux couches dans les parois du corps des Polypes, l'une interne, l'autre externe, appelées *ectoderme* ou bien *ectothélium* et *endoderme* ou bien *endothélium*. Les auteurs français ont parlé de ces deux couches; mais ils les ont subdivisées en couches secondaires nombreuses et séparées par un plan de fibres musculaires. C'est donc en dehors de cette couche musculaire que se fait le dépôt primitif de la partie qui, à leurs yeux, est la plus importante, celle qui forme les parois du calyce et qu'ils nomment la muraille (*theca*).

» Or l'embryogénie et l'histologie de l'embryon, faites sur les jeunes *Astroides* de tout âge et bien vivants, et non sur des Polypiers à un moment donné de leur existence, dans les collections, dépouillés de leurs parties molles, ont montré sans doute possible que les premiers nodules calcaires se trouvaient et apparaissaient dans la couche interne ou *endothélium*, dont les caractères histologiques sont absolument différents de ceux de la couche externe, ce qui ne permet pas de les confondre.

» Ainsi, pour ce qui est de l'origine histologique du Polypier, il n'est pas possible de continuer à admettre l'ancienne opinion, et par conséquent la dénomination de *sclérodermés*.

» Relativement à la loi présidant au mode d'apparition des cloisons (*septa*) du Polypier, voici ce qui nous a paru non moins certain.

» Les nodules calcaires primitifs, déposés les premiers, se montrant dans l'épaisseur de la couche interne tapissent le fond de la cavité de chaque

loge de l'embryon encore sans tentacules et s'unissent en formant ordinairement une bande centrale au fond de la loge, bande simple vers le milieu du corps, bifurquée vers la circonférence; de telle sorte qu'on trouve à un moment, au fond de chaque loge, une sorte de Y calcaire, dont les branches tournées vers l'extérieur peuvent être soit très-courtes, soit très-longues.

» Qu'on le remarque, à ce moment, il n'y a pas trace de circonvallation ou de muraille (*theca*), ou de limite extérieure du calyce.

» En suivant ces premiers dépôts, on voit qu'ils s'élèvent de plus en plus sous la couche interne, et que, comblant la fourche de l'Y, ils produisent des lames saillantes, simples, une seule dans chaque loge de l'embryon.

» Ces lames (ce sont les origines des *septa*) se soudent aux corps étrangers sous-jacents aux embryons, et constituent les premiers rudiments du Polypier.

» Or il y a douze loges, il y a donc douze septa primitifs et, je le répète, pas de muraille. Cependant, par la considération seule des Polypiers dans les collections, on avait été conduit à admettre que la muraille se développait la première, et que d'elle naissaient d'abord six septa à une première époque, et en même temps; que ces six lames primaires, conservant les avances que leur donnait leur âge, se retrouvaient chez l'adulte avec la plus grande taille, et de même pour les septa de deuxième, de troisième,..., de $n^{ième}$ grandeur : de là l'admission de cycles dont la grandeur des éléments traduisait l'âge et l'ancienneté. Cela n'existe jamais dans l'embryon de l'*Astroides*, des Balanophyllies, et j'ai de nombreux exemples de très-jeunes individus ayant tous douze septa égaux, avant d'avoir de muraille, et chez qui la formation cycle par cycle de six éléments n'est pas admissible.

» Il n'est pas davantage possible d'admettre que les septa émanent de la muraille et de donner à celle-ci la prééminence sur tous les autres éléments du calyce, puisque les septa sont déjà bien constitués, alors qu'il n'y a pas trace de muraille.

» En résumé, pour les deux premiers cycles, les lois d'après lesquelles étaient réglés le moment absolu et relatif de l'apparition des septa, leur origine comme dépendant de l'un des éléments du calyce, n'ont pas de raison d'être; et cependant c'était pour ces deux premiers cycles surtout que ces lois étaient admises et plus facilement vérifiables. Quant à l'origine histologique, il ne nous paraît pas possible, comme on l'a vu, au

moins chez l'embryon et les espèces étudiées, de continuer à l'attribuer à la couche dermique.

» On retrouve donc, à l'origine du Polypier, une règle qui n'a point fait défaut pour le mode de multiplication des tentacules chez les Actiniaires sans Polypier; c'est celle-ci : le nombre des parties, d'après un certain nombre type, se forme d'abord; ensuite, une croissance plus grande se manifestant dans certaines de ces parties formées, il en résulte une symétrie que rien ne pouvait faire prévoir si l'embryon n'avait été suivi instant par instant.

» C'est ainsi que les tentacules des Actinies, qu'on trouve disposés si régulièrement quelquefois en cycles successifs d'après le type six : 6 de première, 6 de deuxième, 12 de troisième, 24 de quatrième, 48 de cinquième grandeur, sont loin de s'être développés 6 à une première époque, 6 à une deuxième, 12 à une troisième et ainsi de suite. Le nombre 12 a été produit d'abord en passant successivement par les nombres inférieurs 2, 4, 6, 8 et 12. Après sa production, les grandeurs sont restées alternativement stationnaires pour six et se sont accrues pour les six autres. Alors, mais alors seulement, s'est manifestée la symétrie radiaire avec deux cycles d'âge en apparence différent que traduit la relation ($6^{1re} + 6^{2e}$).

» De même pour les septa du Polypier : le nombre 12 est produit d'abord, mais avec cette différence, que les 12 éléments commencent à se montrer tous au même moment, et que ce n'est que plus tard que leur croissance inégale les assemble en deux groupes qui paraissent d'âge différent, tandis qu'ils ne sont que de taille différente.

» Les faits que nous rapportons nous paraissent d'une certitude absolue. Ils ont été constatés à plusieurs reprises, soit sur des Polypes pris nageant dans la mer à l'état de globe embryonnaire sans divisions et conduits jusqu'à la formation complète de leur Polypier qui s'est déposé sur les parois des bocaux des lames de verre à observation microscopique, ce qui permettait de porter et de suivre sous le microscope un même embryon dont on pouvait ainsi voir naître les parties et se constituer la charpente; soit sur de très-jeunes individus recueillis sur les rochers des localités où vivent l'*Astroides* ou les Balanophyllies. »

ZOOLOGIE GÉNÉRALE. — *Remarques sur la faune sud-américaine, accompagnées de détails anatomiques relatifs à quelques-uns de ses types les plus caractéristiques;* par M. **P. Gervais.**

« J'ai rappelé, dans une précédente Communication (1), combien l'ordre des Tardigrades, dont j'ai passé en revue les différents genres éteints, en les comparant à ceux de la nature actuelle, s'éloignait des autres ordres composant avec lui la grande division des Édentés. En même temps, j'ai fait voir comment cet ordre devenait, par l'ensemble des animaux qui le constituent, l'un des groupes les plus caractéristiques de la faune sud-américaine. C'est aux Édentés qu'appartiennent également les Myrmécophages ou Fourmiliers, et les Dasypidés ou Tatous, dont l'aire d'habitat est la même que pour les Tardigrades.

» Si l'on ne connaît pas encore de fossiles susceptibles d'être attribués à des animaux de la même catégorie que les Fourmiliers, il n'en est pas de même pour les Dasypidés dont les formes actuelles rentrent toutes dans la tribu des Tatous. Plusieurs d'entre elles se rencontrent déjà parmi les fossiles des dépôts pampéens ou dans les cavernes des mêmes contrées, et il s'y joint deux genres éteints qui sont l'un et l'autre fort remarquables. Le plus anciennement décrit, au sujet duquel j'ai moi-même donné quelques détails, a reçu de M. Lund le nom de *Chlamydothérium*, et j'ai appelé le second *Eutatus;* leurs espèces atteignaient de fortes dimensions.

» Une autre tribu des Dasypidés est celle des Glyptodontes, qui ont constitué trois genres distincts : les *Schistopleurum* de M. Nodot, les *Panochthus* de M. Burmeister, et les *Hoplophorus* de M. Lund, dont j'ai également eu l'occasion de m'occuper.

» Les Glyptodontes possédaient une cuirasse osseuse, comparable à celle des Tatous; mais les débris de cet appareil protecteur ont d'abord été attribués au Mégathérium, erreur qui a été rectifiée. Cependant il ne faudrait pas croire que les Tardigrades avaient toujours la peau dépourvue de granulations osseuses. Il s'en trouvait, en particulier, dans certains points de celle du Mylodon, ainsi que l'ont observé MM. Sénéchal et Burmeister. C'étaient des espèces de tubercules, ayant à peu près la grosseur d'un dé et une forme assez peu différente, quoique beaucoup moins régulière. Les collections réunies par M. F. Seguin en renferment un certain nombre d'échantillons, dont quelques-uns sont restés appliqués contre

(1) *Comptes rendus*, t. LXXVII, p. 861; séance du 20 octobre 1873.

l'omoplate d'un animal du genre qui vient d'être cité. On doit y voir un rudiment de la cuirasse propre aux Dasypidés, rudiment que l'on peut comparer, aussi bien que les pièces composant la véritable cuirasse des Tatous et des Glyptodontes, aux disques osseux qui solidifient la peau des Sphargis et celle des Coffres ou Ostracions, ainsi que de beaucoup d'autres animaux cataphractés. Toutefois ce serait à tort que l'on chercherait à assimiler les pièces osseuses dont il s'agit aux plaques constituant la carapace des Chéloniens, et, chez le Sphargis, la vraie carapace de Tortue est elle-même représentée par une grande plaque de forme irrégulièrement étoilée, placée au point de jonction des vertèbres cervicales et dorsales, au-dessous de la cuirasse en mosaïque propre à cette espèce.

» Il serait sans intérêt pour le but que je me propose dans ce résumé de passer en revue, comme je l'ai fait ailleurs, les différences tirées du squelette proprement dit, de la dentition, de la cuirasse, etc., par lesquelles les espèces comprises dans les trois genres connus de Glyptodontes se distinguent les unes des autres, ce que l'état de nos collections rend actuellement facile; je me bornerai donc à ajouter aux indications précédentes que l'examen des formes cérébrales propres aux Dasypidés vivants et fossiles, ou celles des Fourmiliers et des Tardigrades, m'a aussi conduit à des résultats dignes d'être pris en considération lorsqu'on veut se faire une idée plus exacte des traits caractéristiques de ces trois groupes d'Édentés américains.

» Le Macrothérium, de la faune miocène de l'Europe, a été quelquefois regardé comme devant être classé avec les Fourmiliers; mais il n'a en réalité rien de commun avec ces animaux. Il ne doit pas non plus être rapproché des Oryctéropes, qui sont particuliers à l'Afrique, puisque ses dents n'offrent pas la structure spéciale que l'on connaît aux dents de ces derniers. En considérant ses caractères ostéologiques, je suis conduit à le placer près des Pangolins, quoique ceux-ci manquent entièrement de dents, et l'on sait que Cuvier avait attribué à un grand Pangolin la seule phalange par laquelle il connaissait le même animal.

» Il a existé, dans l'Amérique, des Mammifères non moins singuliers que ceux dont nous avons parlé jusqu'à présent. De ce nombre est le *Typothérium*, genre dénommé, mais non décrit, par M. Bravard, et dont M. Serres a entretenu l'Académie à plusieurs reprises en lui donnant le nom de Mésothérium. Malgré une certaine ressemblance avec le Toxodon, dont nous parlerons bientôt, et aussi avec les Édentés, le Typothérium se rattachait d'une manière plus directe aux Rongeurs : toutefois, il y a ici une distinction à établir.

» Les Rongeurs, si naturel que soit le groupe qu'ils constituent, cessent d'offrir ce caractère d'uniformité, si on leur associe les Lièvres, les Lapins, les Lagomys et certains genres fossiles rentrant aussi dans la famille des Léporidés; c'est comme constituant un ordre particulier et non comme une simple famille de l'ordre des Rongeurs proprement dits qu'il faut les considérer.

» C'est auprès d'eux, et sans doute dans le même ordre, que le Typothérium doit prendre rang, tout en devenant le type d'une famille à part. Son crâne ressemble beaucoup à celui des Léporidés; il a, comme ces animaux, le péroné articulé avec une saillie latéro-externe du calcanéum, et j'ai, en outre, constaté que par sa forme cérébrale il s'en rapproche plus que de tout autre groupe. Certaines dispositions de son bassin et de ses membres établissent, il est vrai, entre lui et les véritables Léporidés une séparation de valeur plus que générique, et l'on doit en faire une famille à part, ayant cependant sa place marquée dans le même ordre que ces animaux.

» Le Macrauchénia et le Toxodon, signalés l'un et l'autre pour la première fois par M. Owen, sont des Mammifères d'un autre ordre. Ils appartiennent l'un et l'autre à la série des Ongulés et présentent des caractères non moins insolites, qui rendent également difficiles à saisir leurs véritables affinités. C'étaient des animaux de grande taille.

» Le premier, c'est-à-dire le Macrauchénia, possédait un cou long et recourbé à la manière de celui des Chameaux ou des Lamas, et dont les vertèbres avaient aussi le trou artériel placé dans l'intérieur du canal rachidien; ses membres étaient imparidigités; il avait, de même que les Jumentés, le fémur pourvu d'un troisième trochanter, remonté comme cela a lieu chez les Chevaux; son astragale était différent de celui des Bisulques et comparable à celui des Rhinocéros et des Tapirs, etc.; enfin ses dents, qui rappellent à certains égards celles des Paléothériums, étaient équidistantes, égales en hauteur, et semblables sous ce rapport à celles des Anoplothériums, animaux qui doivent être rapportés au sous-ordre des Porcins. J'ai donné récemment la description détaillée des caractères dentaires du Macrauchénia et, en même temps, j'ai fait voir que le pied de derrière de cet Ongulé présente une particularité qui le rapproche aussi des Bisulques : je veux parler de l'articulation de son calcanéum avec le péroné, disposition qui ne se voit dans aucun des Jumentés connus, mais est constante chez les Ruminants et les Porcins.

» Le genre éteint des Nésodons, que l'on ne trouve également que dans

l'Amérique méridionale, est sans doute aussi de la famille des Macrauchénidés.

Quant au *Toxodon*, c'était un animal comparable à l'Hippopotame par ses proportions, mais très-différent de ce dernier par ses traits principaux et d'une tout autre famille. La forme de son crâne et ses dents, que M. Owen a fait connaître; ses membres, dont j'ai décrit les principales pièces, en faisaient un animal très-singulier, certainement allié aux Porcins, mais qui mêlaient à plusieurs dispositions particulières à ce sous-ordre une tendance vers les Proboscidiens. La forme de son astragale vient à l'appui de cette dernière remarque, et, si l'on considère la façon dont le calcanéum du Toxodon était en rapport avec le péroné, ce qui a été indiqué par M. Burmeister, on constate une analogie plus grande avec les deux groupes dont il vient d'être question qu'avec les Jumentés; mais le Toxodon se rattachait évidemment aux Porcins plutôt qu'aux Proboscidiens, et je doute maintenant qu'il faille en faire, comme on l'a proposé, l'objet d'un ordre particulier. L'examen de la forme cérébrale nous fournit ici encore une indication précieuse : elle éloigne le Toxodon des Proboscidiens et, tout en rappelant à certains égards celle de certains Jumentés, c'est aux Porcins et de préférence aux Hippopotames qu'elle conduit.

» A ces Mammifères se distinguant par le genre, souvent même par la famille, de ceux qui s'observent ailleurs, s'en ajoutaient d'autres dont les formes se sont pour la plupart conservées après avoir été contemporaines de celles que la nature a perdues. Ils sont encore en partie très-différents de ceux que l'on rencontre dans les autres parties du monde, et la faune sud-américaine leur doit aussi en grande partie le cachet qui lui est propre. Ce sont les Lamas, dont nous avons décrit une espèce éteinte atteignant les dimensions des Chameaux; les Pécaris, qui possédaient autrefois une espèce également supérieure en dimensions aux Pécaris actuels; les Sarigues, dont il y a encore des représentants jusque dans les États-Unis; les Phyllostomidés, constituant une des grandes familles de l'ordre des Chéiroptères, et certains Rongeurs de formes exclusivement américaines, les Caviadés; les Viscaches et genres analogues; les Cténomydés, enfin les Myopotames, les Capromys, les Échimys, ainsi que les genres qui s'en rapprochent. Ces animaux sont au nombre des fossiles enfouis dans les terrains quaternaires de la sud-Amérique; mais la plupart de leurs espèces existent encore maintenant. Il faut ajouter à cette liste toute la série des Singes cébins dont l'Amérique possède seule des représentants, soit fossiles, soit vivants. On sait que ces quadrumanes constituent une tribu bien distincte de celle des

Singes actuellement propres à l'ancien continent ou qui sont fossiles dans les terrains tertiaires de ce continent.

» Certains Mammifères sud-américains s'éloignent moins par les traits qu'ils présentent de ceux que possèdent les autres faunes ou qui en ont fait autrefois partie. Les Mastodontes ont habité l'Amérique méridionale aussi bien que l'Amérique septentrionale, le midi de l'Asie, l'Europe tempérée et une partie de l'Afrique. Il y a même des fossiles du genre Éléphant jusque dans les parties centrales de l'Amérique, qui fournissent d'ailleurs plusieurs des grands Mammifères éteints si fréquents dans la Guyane, au Brésil, dans la Bolivie, au Pérou et dans la Confédération Argentine.

» D'autres animaux sud-américains sont congénères de ceux que l'on rencontre dans l'Amérique du Nord et dans les diverses parties de l'ancien continent, ou qui ont habité ces grandes régions à une époque géologiquement peu éloignée de nous. Ce sont des Chevaux dont les espèces avaient depuis longtemps disparu, lorsque les Espagnols transportèrent en Amérique des individus domestiques du même genre; des Tapirs représentés, dans l'ancien continent, par une espèce propre à l'Asie méridionale et par plusieurs espèces fossiles en Europe; des carnivores de différentes familles, et parmi eux le grand *Machairodus* nommé *Neogeus* par M. Lund et *Smilodon* par M. de Blainville, ainsi que le grand Ours, type du genre *Arctotherium*, que j'ai appelé *Ursus bonariensis*. Les autres animaux du même ordre, qu'ils soient fossiles ou encore existants, rentrent pour la plupart dans des genres représentés ailleurs, et, quoique différant par leurs caractères spécifiques, ils s'éloignent en général assez peu de leurs analogues propres aux autres régions. On sait d'ailleurs que les Carnivores sont au nombre des Mammifères les moins circonscrits dans leur répartition géographique. L'Amérique méridionale n'en a pas moins ses espèces propres, et la plupart sont à la fois connues dans les dépôts fossilifères, ainsi que dans l'époque actuelle.

» Il en est également ainsi pour les petits Rongeurs sud-américains du groupe des Rats ou Murins et pour les Chéiroptères de la famille des Vespertilions ou Chauves-Souris proprement dites, que l'on rencontre aussi dans ces deux conditions. Dans la plupart des cas, ils ne se séparent pas par le genre de ceux des autres parties du monde, ou ils ne s'en séparent que d'une façon très-légère, ce qui concorde avec ce fait, aujourd'hui bien constaté, que ces animaux, tous de faible dimension et qui occupent un rang inférieur dans leur groupe respectif, ont une aire d'habitat si étendue qu'on doit les considérer comme réellement cosmopolites. Il existe, en effet, des Vespertilions et des Rongeurs de la tribu des Murins jusque

dans l'Australie, cette terre dont la faune est presque exclusivement fournie par les deux sous-classes des Marsupiaux et des Monotrèmes. Les Vespertilions et les Murins de la faune dont nous parlons n'en sont pas moins particuliers à cette faune, si l'on ne tient compte que de leurs caractères spécifiques.

» Dans le remarquable chapitre de son *Histoire naturelle* qu'il a consacré aux lois régissant la distribution des Mammifères, Buffon compare les espèces propres aux parties méridionales de l'ancien continent à celles du nouveau, et il ajoute :

« Plus on fera de recherches et de comparaisons à ce sujet, plus on sera convaincu que les animaux des parties méridionales de chacun des continents n'existaient point dans l'autre, et que le petit nombre de ceux qu'on y trouve aujourd'hui ont été transportés par l'homme. »

» L'étude attentive des fossiles découverts dans l'Amérique méridionale montre que cette séparation de la faune particulière à cette région d'avec celle de l'Afrique ou de l'Asie est plus ancienne que ne supposait ce grand naturaliste, et l'on sait d'autre part que les découvertes faites bientôt après lui, à Madagascar et en Australie, ont singulièrement étendu, en les confirmant, les remarques auxquelles un premier coup d'œil l'avait conduit. C'est ce que j'ai signalé, il y a déjà longtemps, et c'est ce que les observations de chaque jour entreprises par les zoologistes sont venues confirmer.

L'étude des fossiles recueillis dans une grande partie de l'Amérique méridionale et dans le sud de l'Amérique septentrionale montre, au contraire, que Buffon était arrivé à un résultat inexact, lorsqu'il avait vu dans la petitesse relative des espèces qui composent la faune américaine un des caractères distinctifs de cette faune comparée à celle de l'ancien continent. Il faut, comme on l'a fait lorsqu'on a voulu se rendre un compte exact de la dernière des populations animales propres à l'Europe, restituer à la faune sud-américaine les espèces qu'elle a perdues depuis le commencement de la période quaternaire. On reconnaît alors que, semblable à celle-ci, elle le cède peu, par le nombre aussi bien que par la grandeur de ses Mammifères, aux populations animales qui se sont perpétuées en Afrique et en Asie. On sait que le même fait a été observé pour l'Australie.

» Mais, si l'on cherche ensuite à établir l'origine de ces diverses faunes et, en particulier, celle de la faune sud-américaine, on voit bientôt surgir des questions pour la solution desquelles l'observation n'a encore fourni que des documents tout à fait insuffisants, et l'on est forcé de reconnaître

que ce n'est pas résoudre ces difficiles problèmes que de dire, avec Buffon, « qu'il ne serait pas impossible, même sans intervertir l'ordre de la nature, » que tous ces animaux du nouveau monde fussent, dans le fond, les » mêmes que ceux de l'ancien, desquels ils auraient autrefois tiré leur » origine ».

» Les savants les plus favorables aux théories transformistes doivent reconnaître qu'il a existé et qu'il existe encore, parmi les animaux américains, des formes qu'il est impossible de faire dériver de celles qui habitent les différentes régions de l'ancien continent ou qui les ont habitées depuis la fin de la période tertiaire. Leur comparaison avec les espèces tertiaires laisse également subsister bien des doutes, et, dans l'état actuel de nos connaissances, remonter au delà serait s'exposer à des objections non moins sérieuses, puisque les liens de parenté que l'on pourrait supposer seraient, dans la plupart des cas, dépourvus de toute apparence de réalité. C'est à peine si l'on commence à en entrevoir quelques-uns, en ayant recours aux faunes postérieures à la période crétacée. Sous ce rapport, cependant, les fossiles du Nébraska et du Dakota paraissent, à défaut de notions sur les animaux que les changements géologiques survenus dans l'hémisphère austral peuvent avoir fait disparaître, devoir fournir des indications précieuses lorsqu'on les connaîtra plus complétement. On y signale déjà plusieurs genres éteints se rattachant à la fois aux Lamas et aux Chameaux, et il s'y trouve aussi des genres identiques avec ceux qui vivaient alors en Europe.

» Mais Buffon semble avoir prévu les difficultés qui viennent d'être rappelées, et il ajoutait au passage que nous lui avons emprunté, à propos des Mammifères sud-américains :

« Cela ne doit pas nous empêcher de les regarder comme des animaux d'espèces différentes; de quelque cause que vienne cette différence, qu'elle ait été produite par le temps, le climat ou la terre, ou qu'elle soit de même date que la nature, elle n'en est pas moins réelle. »

» Non-seulement les animaux sud-américains diffèrent par leurs espèces de ceux des régions méridionales de l'ancien continent, mais, dans un grand nombre de cas, ils forment des genres à part, quelquefois même des familles entièrement distinctes de celles que possèdent l'Amérique du Nord et les diverses parties de l'ancien continent. C'est là un fait considérable, que la loi relative aux régions australes des continents, telle que l'a formulée Buffon, ne met pas suffisamment en lumière. »

M. Leymerie fait hommage à l'Académie d'un travail imprimé portant pour titre : « Description géognostique du versant méridional de la montagne Noire, dans l'Aude ».

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant, pour la Section de Chimie, en remplacement de feu M. *Bérard*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 44,

M. Williamson obtient . . . . 44 suffrages.

M. Williamson, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant, pour la Section de Chimie, en remplacement de feu M. *Graham*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 45,

M. Zinin obtient . . . . 36 suffrages.
M. Stass . . . . 7 »
M. Melsens . . . . 1 »

Il y a un bulletin blanc.

M. Zinin, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de trois Membres qui seront adjoints à la Section de Chimie, pour juger le Concours du prix de Chimie de la fondation Lacaze.

MM. Berthelot, Dumas, Peligot réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Pasteur, H. Sainte-Claire Deville, Boussingault.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de trois Membres qui seront adjoints à la Section de Médecine et Chirurgie, pour juger le Concours du prix de Physiologie de la fondation Lacaze.

MM. Milne Edwards, Ch. Robin, de Lacaze-Duthiers réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Brongniart, Bouley, Roulin.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE. — *Sur quelques phénomènes d'illumination;* Note de M. A. Lallemand.

(Commissaires : MM. Fizeau, Edm. Becquerel, Jamin.)

« Tous les effets d'illumination que l'on observe sur les corps diaphanes, traversés par la lumière solaire naturelle ou polarisée, s'expliquent aisément, si l'on admet que le mouvement vibratoire de l'éther, en pénétrant dans le milieu transparent, éprouve une résistance, en vertu de laquelle les vibrations se propagent latéralement, de telle sorte que, suivant une direction quelconque oblique au rayon incident, le mouvement de la particule éthérée représente la projection de celui qui anime l'éther sur le trajet du faisceau lumineux; et si, d'un autre côté, on admet encore que les molécules du milieu, en absorbant une partie de la force vive de l'éther, vibrent à leur tour et propagent, dans le fluide éthéré, les vibrations complexes qui constituent la lumière naturelle. L'illumination résulte donc de deux effets superposés, et la lumière qui en émane est formée de deux sortes de rayons : les uns, toujours de même couleur que les rayons incidents, sont, ou partiellement, ou complétement polarisés, suivant que le faisceau incident est neutre ou polarisé; les autres, dont la réfrangibilité est souvent inférieure à celle des rayons excitateurs, ont les propriétés de la lumière naturelle et déterminent une propriété générale des corps que l'on a appelée *fluorescence*. Dans le cas des corps opaques, cette propriété correspond à ce que l'on désigne, plus habituellement, par *couleur propre* du corps.

» Je viens de dire que la fluorescence est un phénomène général pour les corps diaphanes; en opérant, en effet, sur les liquides les plus purs, ceux que l'on obtient, par exemple, en condensant un gaz comme l'acide sulfureux, le cyanogène, etc., on constate que l'illumination ne s'éteint pas, lorsqu'on vise dans une direction normale au faisceau et au plan de polarisation de la lumière incidente; ou, si l'on opère avec de la lumière naturelle et que l'on observe au travers d'un biprisme, l'une des deux images du rayon illuminé ne disparaît jamais complétement. Cependant, en étudiant dans de meilleures conditions quelques substances cristallisées, j'ai pu reconnaître que le quartz et le sel gemme bien purs n'offrent pas la moindre trace de fluorescence et s'illuminent très-nettement. Pour réussir

cette expérience, il faut polariser un large faisceau de rayons solaires avec un prisme de Foucault à faces normales, et le concentrer avec une lentille de quartz, taillée parallèlement à l'axe, de 35 à 40 centimètres de foyer. On fait coïncider les sections principales du polariseur et de la lentille, et l'on rend ensuite leurs mouvements solidaires. Si le faisceau, ainsi concentré, traverse le quartz, soit à l'état de rayon ordinaire, soit à l'état de rayon extraordinaire, on observe, dans le plan de polarisation, une traînée blanche bien visible, qui s'éteint complétement avec un Nicol. En visant dans une direction normale au plan de polarisation, l'illumination est nulle; il ne reste pas la moindre trace de fluorescence. Quand le rayon solaire traverse le quartz suivant l'axe optique, la dispersion du plan de polarisation a pour résultat de donner une illumination égale autour du rayon, et la polarisation n'est complète que suivant une direction normale au faisceau. On devrait observer dans ce cas une illumination chromatique, semblable à celle du sirop de sucre et toutes les solutions à pouvoir rotatoire, mais avec le quartz elle n'est pas manifeste. On sait, en effet, que les teintes mixtes très-affaiblies affectent toutes une teinte grise uniforme, que l'œil ne saurait distinguer; le sel gemme bien pur s'illumine aussi, comme le quartz, et n'est pas fluorescent.

» Il n'en est pas de même du spath d'Islande : tous les échantillons que j'ai pu examiner s'illuminent en rouge orangé, avec plus ou moins d'éclat; mais cette illumination colorée est la même dans le plan de polarisation et normalement à ce plan; elle ne s'éteint pas avec un Nicol, quand les rayons émergents, qui subissent nécessairement la double réfraction, restent superposés. Cette lueur rouge orangé est uniquement due à la fluorescence, et l'illumination polarisée, semblable à celle du quartz, n'est pas appréciable. Une particularité que je dois signaler, c'est que, lorsque le filet solaire incident n'est pas polarisé et traverse le rhomboèdre de spath, de manière à donner deux faisceaux bien séparés, la fluorescence due au rayon ordinaire paraît plus vive et d'un rouge plus foncé que celle du rayon extraordinaire; c'est du moins ce que j'ai observé nettement sur deux échantillons dont la fluorescence était vive. La fluorescence du spath avait d'ailleurs été étudiée par M. Edm. Becquerel, avec le phosphoroscope, et je ne fais que confirmer, par une autre méthode, ses observations. Le spath fluor incolore réunit avec plus d'intensité les deux propriétés distinctes du quartz et du spath. Il donne une illumination blanche, très-vive dans le plan de polarisation, et une fluorescence violet indigo dans la direction perpendiculaire. Ces trois corps cristallisés, quartz, spath et fluorine, re-

présentent, au point de vue de l'illumination, trois types auxquels on peut rapporter tous les corps transparents; pour ne citer qu'un exemple, non encore remarqué, la naphtaline pure, en dissolution dans l'alcool ou l'essence de pétrole rectifiée, possède une fluorescence quinique, d'un bleu indigo très-vif. L'analyse spectrale de cette lumière donne une bande bleue très-intense, s'étendant de la raie G à la raie H et dominant les autres couleurs du spectre, qu'elle renferme aussi.

» Je dois aussi faire mention des effets curieux qu'on obtient avec des prismes de verre trempé; le filet de lumière polarisée qui les traverse donne une trace lumineuse blanche et partiellement polarisée en certains points, tandis qu'en d'autres points elle est neutre et colorée en vert jaunâtre ou vert bleuâtre, suivant la fluorescence du verre employé. Sans entrer dans plus de détails, on voit que ces effets dépendent de la double réfraction que subit le rayon lumineux, et de la direction du plan de polarisation du faisceau illuminant.

» Pour compléter ces observations, j'ajouterai quelques mots sur les expériences photométriques à l'aide desquelles j'ai mesuré la proportion de lumière polarisée que contiennent les rayons émis par un liquide qu'illumine un faisceau de lumière naturelle. Si le liquide n'était pas fluorescent, la polarisation serait totale lorsqu'on vise normalement dans un plan quelconque passant par l'axe du faisceau, et la proportion de lumière polarisée varierait comme le sinus carré de l'angle que fait le rayon visuel avec l'axe du faisceau., si l'on admet, comme je l'ai dit plus haut, que la trajectoire d'une particule éthérée, sur la ligne de visée, n'est autre chose que la projection du cercle enveloppe de toutes les ellipses à orientation variable qui représentent le mouvement de l'éther dans un rayon de lumière naturelle.

» La vérification de cette loi ne présenterait aucune difficulté si la fluorescence inévitable du liquide ne venait ajouter à l'illumination une proportion, constante il est vrai, de lumière neutre, mais dont il faut tenir compte.

» Voici comment j'ai opéré, avec un photomètre dont les dispositions générales reproduisent en partie celles qui ont été adoptées par MM. Bernard et Edm. Becquerel. Je vise le faisceau illuminé au travers d'un Nicol dont la section principale lui est d'abord normale, et j'égalise sa lumière avec celle d'une lampe qui est reçue dans un prisme à réflexion totale, après avoir traversé deux Nicols, le premier mobile, le second fixe, et dont les sections principales coïncident. Cela fait, j'éteins la portion de lumière

polarisée qu'émet le liquide illuminé, en tournant de 90 degrés le premier prisme. Pour rétablir l'égalité des lumières, il suffit alors de tourner d'un certain angle le Nicol mobile, qui sert à faire varier l'intensité de la lumière de comparaison.

» Soient α et α' les angles de rotation qui ont rétabli l'égalité des images quand on vise le faisceau, d'abord normalement, puis suivant une direction faisant un angle ω avec l'axe du faisceau illuminant. Si l'on appelle f la proportion de lumière fluorescente, et m la lumière totalement ou partiellement polarisée qui provient de la propagation latérale du mouvement lumineux, on aura les deux égalités suivantes :

$$\frac{f}{m+f} = \cos^2\alpha, \quad \frac{m\cos^2\omega + f}{m+f} = \cos^2\alpha';$$

remarquons qu'on peut supposer $m = 1$, et que les deux termes du second rapport devraient être multipliés par un même facteur, variable avec ω, puisque la lumière émise varie avec la profondeur du filet lumineux et que celle-ci change avec l'inclinaison. En éliminant f entre ces deux égalités, il vient

$$\sin\alpha' = \sin\alpha \sin\omega.$$

» J'ai vérifié cette relation avec un ballon sphérique, à mince paroi, rempli successivement d'alcool et d'hydrure d'hexyle très-purs. Sans entrer dans le détail des expériences et des précautions prises pour réaliser l'égalité des teintes des deux images, condition sans laquelle l'égalité des lumières devient illusoire, je puis dire qu'en faisant varier ω depuis zéro jusqu'à 65 degrés la loi s'est bien vérifiée; les erreurs dans les déterminations de α n'ont jamais dépassé 1 degré, ce qui représente une approximation très-suffisante pour des mesures photométriques. »

PHYSIQUE. — *Observations relatives à l'accroissement de volume de l'eau audessous de 4 degrés, à propos d'une Note de M.* Piarron de Mondesir; par M. F. **Hément**. (Extrait.)

(Commissaires précédemment nommés : MM. Bertrand, Serret, Jamin.)

« La Note de M. Piarron de Mondesir, sur le maximum de densité de l'eau (p. 1154 de ce volume), a pour base une hypothèse multiple sur la forme, la disposition, le nombre des molécules d'eau groupées, le mode de rotation de ces molécules, etc. Je demande à l'Académie la permission d'in-

diquer, en quelques mots, l'explication qui me paraît pouvoir être donnée du phénomène lui-même.

» La dilatation est, en général, le fait par lequel les molécules d'un corps s'éloignent les unes des autres sans que la forme du corps soit altérée, ces molécules conservant les mêmes positions relatives. L'accroissement de volume de l'eau au-dessous de 4 degrés n'offre rien d'analogue. On peut dire que les molécules du liquide continuent à se rapprocher sous l'influence de l'abaissement de la température : ce doit être là un fait général; mais les pores diminuent constamment d'étendue, des intervalles d'une autre nature se produisent dans l'eau, depuis 4 degrés jusqu'à zéro.

» Afin de mieux me faire comprendre, je prendrai comme exemple une boîte dans laquelle des épingles sont disposées par couches, de manière qu'il y ait le moins de vides possible. Si la boîte est ensuite renversée et les épingles répandues, elles s'enchevêtrent en tous sens et occupent un volume plus grand que celui de la boîte; chaque épingle pourrait même devenir plus courte, et néanmoins l'ensemble occuperait un plus grand volume qu'auparavant. On peut comparer les aiguilles cristallines de la glace à ces épingles entremêlées; chaque aiguille est, pour ainsi parler, une brochette de molécules, dans laquelle les molécules sont plus rapprochées qu'elles n'étaient avant la cristallisation.

» On dira sans doute que, la congélation n'ayant lieu qu'à zéro, c'est alors seulement que les choses se passent comme il vient d'être dit; or c'est à partir de 4 degrés que commence l'augmentation de volume. Je répondrai que, si la cristallisation s'effectue à zéro, elle est préparée dès 4 degrés. C'est à partir de 4 degrés que les molécules commencent à se disposer dans l'ordre convenable; le changement d'état n'est pas un phénomène instantané : il est préparé longtemps à l'avance, et l'accomplissement n'en est que la dernière phase.

» Il n'est pas probable que le fait du maximum de densité soit aussi particulier qu'on le dit. D'autres corps présentent cette apparente singularité, et il est probable que c'est un fait aussi général que la cristallisation dont il paraît dépendre. »

M. Collardeau-Vacher adresse une Note, accompagnée de pièces justificatives, et portant pour titre : « De l'aréomètre Baumé et des densités correspondant à ses divers degrés, d'après le manuscrit de Gay-Lussac. »

(Renvoi à la Section de Physique.)

M. Ch. Tellier informe l'Académie qu'il vient d'organiser des expériences permanentes, pour la conservation de la viande fraîche par l'application du froid : il sollicite la nomination d'une Commission, pour examiner les résultats obtenus.

(Commissaires : MM. Milne Edwards, Peligot, Bouley.)

M. Ch. O'Keenan adresse une Note sur l'emploi de l'acide sulfureux pour détruire le Phylloxera.

(Renvoi à la Commission.)

M. Hennequin soumet au jugement de l'Académie, par l'entremise de M. Cloquet, une Note sur l'allongement du fémur dans le traitement de ses fractures, par la méthode et l'appareil dont il est l'auteur.

(Renvoi au Concours des prix de Médecine et de Chirurgie.)

M. Demôle adresse une Note sur un moyen d'augmenter la force des machines à vapeur.

(Commissaires : MM. Morin, Rolland, Tresca.)

M. Gillet-Damitte adresse de nouveaux documents concernant les propriétés lactigènes du *Galéga*. L'auteur ajoute, aux documents déjà fournis par lui, quatre observations nouvelles, faites par M. *Ceresoli* et par M. *Goubeaux*.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. C. Collier adresse divers résultats de calculs concernant la navigation aérienne.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

M. J. Rouby adresse une Lettre relative aux effets toxiques produits par une eau qui avait parcouru des conduits en plomb.

Cette Lettre sera soumise à l'examen de M. Belgrand.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** transmet à l'Académie les ouvrages suivants, qui lui ont été adressés pour elle, par M. le Ministre de France à la Haye :

1° « Illustrations de la flore de l'Archipel indien », par M. *F. A. Miquel* (t. I, livr. 1, 2 et 3);

2° « Musée botanique de Leyde », par M. *Suringar* (t. I, livr. 1, 2 et 3).

M. E. **Baudelot** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante, dans la Section de Médecine et Chirurgie, par le décès de M. *Nélaton*.

(Renvoi à la Section.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° La 15e livraison des « Contributions à la carte géologique de la Suisse, publiée par la Commission géologique de la Société des Naturalistes suisses ». Cette livraison et la carte qui l'accompagne sont relatives à la région du Saint-Gothard; elle est due à M. *Karl von Fritsch*.

2° « L'Histoire des Astres illustrée, ou Astronomie pour tous »; par M. *J. Rambosson*.

M. le **Secrétaire perpétuel**, en signalant à l'Académie un « Rapport au Ministre de l'Instruction publique sur l'état de la Pisciculture en France et dans les pays voisins », par M. *Bouchon-Brandely*, donne lecture du passage suivant d'une Lettre de l'auteur :

« Je me suis proposé de constater les progrès que la Pisciculture a faits dans les pays voisins, et les grands avantages qu'ils en retirent pour le repeuplement des rivières et pour l'alimentation publique. Les vues que j'expose sur cette nouvelle science économique, qui a sa place marquée dans l'enseignement, me paraissent mériter d'être prises en considération par l'Académie. »

M. le **Secrétaire perpétuel** communique à l'Académie une Lettre qui lui est adressée par M. *A. Poëy*, sur les rapports entre les taches solaires et

les ouragans des Antilles, de l'Atlantique nord et de l'océan Indien sud; M. Élie de Beaumont donne lecture des passages suivants de cette Lettre :

« Les rapports intimes de causes et d'effets qui relient entre eux les phénomènes physico-chimiques de notre système planétaire, ainsi que ceux des autres systèmes stellaires, tendent de plus en plus à agrandir le domaine de cette étude nouvelle, jusqu'au jour où elle se constituera en une véritable Météorologie céleste et comparée; car il est impossible de concevoir le plus simple des phénomènes de Météorologie terrestre en dehors des phénomènes de Météorologie cosmique. Ce n'est plus sur la Terre que nous devons chercher l'origine de nos phénomènes, c'est sur le Soleil et dans notre système planétaire, où nous découvrirons l'impulsion qui émane de causes supérieures et encore plus lointaines. A cet égard, on peut considérer les taches solaires comme un miroir qui réfléchit l'action combinée des influences cosmiques que nous éprouvons ici-bas; il nous faut donc remonter jusqu'aux tempêtes solaires, pour y trouver la source plus ou moins directe des tempêtes terrestres.

» M. C. Meldrum, directeur de l'Observatoire de Maurice, trouve, dans les années comprises de 1847 à 1873, que les ouragans de l'océan Indien sud sont plus fréquents et plus intenses aux périodes maxima qu'aux périodes minima des taches solaires (1). J'ai discuté les 400 ouragans de mon Catalogue des Antilles (2), après l'avoir rectifié et complété, ayant exclu les tempêtes hivernales des hautes latitudes et les *nortes* du Mexique. Le tableau ci-joint contient 357 ouragans qui prirent naissance dans la région intertropicale nord, aux environs des Bermudes et des îles du Cap-Vert, et atteignirent l'Europe.

» Les cas d'ouragans dont j'ai connaissance pour les XVe, XVIe, XVIIe siècles et la première partie du XVIIIe sont trop peu nombreux pour être pris en considération. Ce n'est qu'à partir du maximum des taches solaires de 1750 que l'on entrevoit déjà une certaine coïncidence. Le tableau comprend, pour la seconde moitié du XVIIIe siècle, cinq périodes maxima de taches solaires dont *quatre* coïncident avec les maxima des ouragans : ce sont celles de 1750, 1769, 1779 et 1789; une seule période, celle de 1761, ne concorde point.

» Il est à remarquer que la plupart des années à maxima d'ouragans tombent de six mois à deux ans au plus après les années à maxima de taches solaires. On observe aussi un retard dans le magnétisme, les aurores polaires, les hivers rigoureux et autres phénomènes météorologiques. Nous avons encore cinq périodes minima, dont *deux* sont assez satisfaisantes, celles de 1755 et 1798; deux douteuses, 1775 et 1784, puis celle de 1766 ne concorde pas et suit le maximum de 1761, qui fait également défaut. Ces deux exceptions coup sur coup proviennent-elles du manque de documents ou de quelque perturbation planétaire ?

» A partir du XIXe siècle, les documents deviennent plus nombreux et plus précis. Le tableau présente sept périodes maxima de taches solaires, dont six offrent une parfaite concordance. Il n'y a qu'une seule grande exception, c'est le maximum de 1860, qui n'a point d'ouragans, ainsi que l'année suivante, et seulement trois cas en 1862. Maintenant des six minima, *trois* coïncident, 1823, 1833 et 1856; le minimum de 1844 est encore douteux; celui de 1867 aussi, parce que les années suivantes, 1868 et 1869, n'ont point d'ouragans. En résumé, dans le dernier siècle et un quart nous avons douze périodes maxima d'oura-

(1) *Nature*, London, 9 octobre 1873, n° 206, p. 495.

(2) *Journal geographical Society*. London, 1855, t. XXI, p. 291; traduit et publié par le Dépôt de la Marine. Paris, 1862, n° 348.

gans, dont *dix* correspondent aux périodes maxima des taches solaires, puis onze périodes minima, dont *cinq* correspondent également.

» Si l'on envisage l'intensité absolue des ouragans, on trouve la même concordance avec les taches solaires. Par exemple, des six ouragans de 1751, celui d'octobre fut éprouvé dans toutes les Antilles et détruisit Port-au-Prince à Saint-Domingue; des sept ouragans de 1780, quatre eurent lieu au mois d'octobre, dont trois sont restés célèbres, surtout celui du 10-18, surnommé le *grand* ouragan; des treize ouragans de 1837, dans celui du 25-26 octobre le baromètre baissa à la Havane à $712^{mm},84$. C'est la plus grande baisse dont on ait connaissance à Cuba, après celle à $687^{mm},31$ dans l'ouragan de 1846; enfin, des sept ouragans de 1870, trois ont traversé Cuba, toujours en octobre. Il est digne de remarque que les ouragans qui traversent l'île de Cuba au mois d'octobre sont généralement les plus intenses, et atteignent bien plus directement l'Europe occidentale. D'autres se dissipent vers les régions polaires, comme ceux de 1703, 1846, 1851, etc. J'ai pu, de la sorte, annoncer dès le 10 octobre dernier, à la première nouvelle télégraphique, l'arrivée en Europe, vers le 20, de l'ouragan qui venait de traverser Cuba; c'est le 19 qu'il a été signalé sur les côtes de l'Angleterre. Les ouragans mémorables de 1751, 1780 et 1837, qui correspondent à des maxima de taches solaires, ont également atteint l'île de Cuba au mois d'octobre. Enfin la distribution mensuelle des taches solaires, d'après M. R. Wolf, présente le premier maximum précisément au mois d'octobre, époque des plus furieux ouragans aux Antilles, puis un second maximum en décembre et janvier, correspondant aux maxima des tempêtes hivernales et des coups de vent des hautes latitudes.

» La période décennale des taches solaires n'est pas la seule qui paraît offrir une certaine liaison avec la fréquence et l'intensité des ouragans; car je retrouve la même concordance dans la grande période de 55 à 56 ans de MM. Fritz et Wolf, dont les derniers maxima tombent en 1837 et en 1779. Eh bien, 1837 offre 13 cas d'ouragans, le *maximum maximorum* de ces formidables cyclones pour une seule année, et 29 cas en trois ans, de 1837 à 1839. C'est aussi la *seule* année, excepté 1870, où l'on voit nettement coïncider le maximum des taches avec le maximum des ouragans. La période de 1780, bien que moins tranchée, est encore remarquable à cause de ses trois mémorables cyclones, surtout du grand ouragan. Elle offre 7 cas en 1780 et 12 cas de 1779 à 1781. Sous tous les rapports, ces deux périodes sont néfastes dans l'histoire des ouragans aux Antilles.

» Si, d'après M. Carrington et d'autres recherches de M. Wolf, on considère l'année 1788,6 comme le grand maximum des taches solaires, le tableau présente également, en 1787, 10 cas d'ouragans et 5 cas en 1788, total 15 cas en deux ans, chiffre considérable, vu la pénurie des documents pour le siècle dernier. Autour des années 1780 et 1837 pivotent encore des maxima du magnétisme terrestre, des aurores polaires. D'après le catalogue du professeur Lovering, qui embrasse 12 382 aurores boréales, le premier grand maximum tombe en 1787, peu avant le grand maximum des taches, puis en 1839. Quant à la température, 1837-1838 est un hiver rigoureux. Les sept hivers extrêmement rigoureux, signalés par M. Renou, depuis 1624, concordent tous avec les maxima des taches solaires (1624, 1665, 1707, 1748, 1789, 1830 et 1870), sauf l'hiver de 1665 qui correspondrait au minimum de 1666; mais, si l'on prend l'hiver de 1677, dans lequel la Seine gela pendant trente-cinq jours, on se rapprocherait du maximum des taches solaires en 1675.

» Il ne reste plus qu'à se rendre compte de cette exception imprévue du maximum de 1860, où le tableau n'offre aucun cas d'ouragan. J'ai eu recours à une découverte récente

de MM. de la Rue, Stewart et Lœvy (1). Ces savants ont trouvé que, quand la photosphère éprouve de grandes perturbations, les taches prédominent et se transportent (*change alternately*) alternativement de l'hémisphère nord à l'hémisphère sud, et *vice versâ*, dans la période moyenne de 25,2 jours. Ils ont tracé trois de ces perturbations. Il est à remarquer que la première perturbation de 1859 s'est bien plus étendue sur l'hémisphère sud du 11 septembre à fin décembre, où les taches étaient plus abondantes que dans l'hémisphère nord. Lors de la deuxième perturbation de 1860, les taches sont encore plus nombreuses dans l'hémisphère sud depuis le 9 août jusqu'au commencement de novembre. La troisième perturbation de 1862 s'est en partie dirigée sur l'hémisphère sud du 21 mai et surtout le 15 juin. En 1860, du 16 janvier au 1er août, et du 1er août au 1er décembre, M. Carrington a observé, sur l'hémisphère austral, deux taches d'une durée extrêmement longue, de quatre mois et quatre premiers retours pour la dernière, et de six mois et de huit rotations pour la première tache.

» De ces faits est-il permis de conclure que, si la perturbation solaire de 1860 s'est principalement limitée à l'hémisphère austral, cette circonstance a pu avoir une influence quelconque sur la rareté ou même l'absence d'ouragans dans la région intertropicale de notre hémisphère, pendant que, dans la même région de l'hémisphère austral et de nos antipodes, M. Meldrum signalait pour cette année 13 cas d'ouragans, et pour l'année précédente le maximum de 15 cas, dont le premier chiffre n'a été atteint qu'en 1872, et le second chifre dans une autre occasion? On sait qu'en général les taches ne s'écartent pas beaucoup au delà de la région intertropicale, région dans laquelle nos ouragans prennent naissance. Il reste à savoir si en 1861, 1868, 1869 et 1872, où les ouragans manquent aux Antilles, les taches et les perturbations solaires ne se sont pas étendues vers l'hémisphère austral. Le 21 avril 1869, M. Norman Lockyer observait des perturbations solaires. Le 7 juin 1872, le P. Secchi constatait de formidables éruptions. Ce sont encore des années, comme celles de 1860 et 1861, qui n'offrent point d'ouragans.

» Si cette hypothèse venait à se confirmer, la rareté des ouragans dans notre région intertropicale nous révélerait l'existence des perturbations solaires, le transport des taches vers l'hémisphère austral, l'abondance d'ouragans dans l'océan Indien sud. Le P. Secchi a déjà trouvé des méridiens qui donnent nettement des maxima, et d'autres des minima de protubérances.

» Les taches solaires agissent directement sur l'état thermique du globe, ce qui donne lieu aux déplacements périodiques des alizés nord et sud et des moussons, dont la rencontre occasionne les perturbations cycloniques. Les cyclones solaires paraissent dépendre des mêmes causes propres aux cyclones terrestres. M. Faye signala en 1866 les petites ellipses que décrivent les cyclones solaires. En 1860, M. Clare Bernard concluait du grand ouragan de 1818, à Maurice, que les cyclones sontel liptiques, que le centre occupe le foyer postérieur de l'ellipse et que l'inclinaison du grand axe varie par rapport au méridien. Depuis, M. Meldrum a observé dans l'océan Indien sud plusieurs cyclones d'une forme elliptique et d'autres dans lesquels le vent soufflait en spirale autour du centre. Les taches observées par MM. Peters et Carrington au delà de 70 degrés prouveraient que les cyclones solaires s'étendent en latitude comme les nôtres. Dans trente-deux rotations du Soleil, de

(1) *Proceedings Royal Society*, t. XXI, p. 399, 1873.

1871 au 2 octobre 1873, le P. Secchi a remarqué une décroissance des protubérances solaires, de manière que le minimum est tombé en août 1873. Les protubérances auraient-elles quelque rapport avec la période décennale des taches solaires, dont le dernier maximum eut lieu en 1870,7?

Périodes maxima et minima des taches solaires et des ouragans aux Antilles, dans l'Atlantique nord et l'océan Indien sud.

TACHES.	OURAGANS.		TACHES.	OURAGANS.		TACHES.	OURAGANS.		OURAGANS (OCÉAN INDIEN).	
	Années.	Cas.		Années.	Cas.		Années.	Cas.	Années.	Cas.
Maxim.	1750..... 0	6+		1792..... 5	6		1834.. — 2	7		
1750,0	1751... +6			1793..... 1			1835..... 5			
	1752..... 1	2		1794..... 1	3	Maxim.	1836..... 1	14		
	1753..... 1			1795..... 2		1837,2	1837.. +13			
Minim.	1754..... 1	2—		1796..... 3	3		1838..... 8	16+		
1755,5	1755... —1			1797..... 0			1839..... 8			
	1756..... 3	5	Minim.	1798... —0	1—		1840..... 4	7		
	1757..... 2		1798,5	1799..... 1			1841..... 3			
	1758..... 1	3		1800..... 2	3		1842..... 6	9		
	1759..... 2			1801..... 1			1843..... 3			
Maxim.	1760..... 0	2		1802..... 2	3	Minim.	1844..... 5	10		
1761,5	1761..... 2			1803..... 1		1844,0	1845..... 5			
	1762..... 1	1	Maxim.	1804..... 4	6		1846..... 3	5		
	1763..... 0		1804,0	1805..... 2			1847..... 2		 5	
	1764..... 0	4		1806.. + 6	8+	Maxim.	1848..... 5	9	 8	18+
	1765..... 4			1807..... 2		1848,6	1849..... 4		 10	
Minim.	1766..... 7	7		1808..... 0	5		1850.. + 8	10+	 8	15
1766,5	1767..... 0			1809..... 5			1851..... 2		 7	
Maxim.	1768..... 3	5	Minim.	1810..... 6	6		1852..... 2	5	 8	16
1769,9	1769..... 2		1810,5	1811..... 0			1853..... 3		 8	
	1770..... 1	2		1812..... 2	9		1854..... 2	5	 4	9
	1771..... 1			1813..... 7			1855..... 3		 5	
	1772... +7	9+		1814..... 0	6	Minim.	1856.. — 1	3—	.... — 4	8—
	1773..... 2			1815..... 6		1856,2	1857..... 2		 4	
Minim.	1774..... 3	8	Maxim.	1816..... 2	5		1858..... 2	5	 9	24+
1775,8	1775..... 5		1816,8	1817..... 3			1859..... 3		.... +15	
	1776..... 2	3		1818.. + 8	13+	Maxim.	1860.... 0	0	 13	24+
	1777..... 1			1819..... 5		1860,2	1861..... 0		 11	
Maxim.	1778..... 2	3		1820..... 0	4		1862..... 3	4	 10	19
1779,5	1779..... 1			1821..... 4			1863..... 1		 9	
	1780... +7	11+	Minim.	1822..... 3	3—		1864..... 1	3	 5	12—
	1781..... 4		1823,2	1823.. — 0			1865..... 2		 7	
	1782..... 4	4		1824..... 2	4	Minim.	1866..... 1	3	 8	14
	1783..... 0			1825..... 2		1867,2	1867..... 2		..... —6	
Minim.	1784..... 3	10		1826..... 3	9		1868..... 0	0	 7	16
1784,8	1785..... 7			1827..... 6			1869..... 0		 9	
	1786..... 5	15+	Maxim.	1828..... 4	5	Maxim.	1870...+ 7	10+	 11	22
	1787.. +10		1829,5	1829..... 1		1870,7	1871..... 3		 11	
Maxim.	1788..... 5	5		1830.. + 7	12+		1872..... 0	1	.... +13	25+
1789,0	1789..... 0			1831..... 5			1873..... 1		 12	
	1790..... 2	4	Minim.	1832..... 3	6—		Total...	357	Total..	227
	1791..... 2		1833,8	1833......3						

Les périodes des ouragans, marquées + et —, coïncident avec les périodes des taches solaires. Sur douze maxima, dix concordent. — Sur cinq minima, cinq concordent.

Les périodes des taches de cinquante-cinq à cinquante-six ans de Fritz et Wolf et de Carrington paraissent concorder avec celles des ouragans de 1780 ou 1787 et 1837.

M. Wolf m'a communiqué les périodes des taches solaires, d'après ses dernières corrections.

MÉTÉOROLOGIE. — *Observations, à propos d'une Note récente de M.* Reye, *sur les analogies qui existent entre les taches solaires et les tourbillons de notre atmosphère.* Lettre de M. **Marié-Davy** à M. Faye.

« Les analogies qui existent entre le phénomène des taches solaires et les tourbillons de notre atmosphère sont, depuis quelque temps, l'objet d'une discussion approfondie devant l'Académie. Puisque vous avez bien voulu y mêler mon nom, dans des termes dont je vous remercie, permettez-moi de préciser mon opinion, qui a été, sur ce point, un peu dénaturée par quelques personnes.

» Dès le début de mes études météorologiques, j'ai été frappé par les faits qui vous ont amené à formuler votre théorie des taches solaires; et, dès que nous avons eu la disposition d'un équatorial à l'Observatoire, M. Sonrel et moi, nous nous sommes occupés activement de l'étude des taches, dans le but de rechercher leur nature et leur mode de formation. Les événements et la mort de M. Sonrel ont interrompu ce travail. Nous partagions l'opinion qu'une atmosphère gazeuse, quelle que fût sa température, ne pouvait présenter l'éclat du Soleil; que cet éclat devait être le résultat de nuages suspendus dans l'atmosphère et produisant l'effet des particules de charbon dans les flammes du gaz d'éclairage; que tout mouvement ascendant dans la masse gazeuse, au niveau de la couche de nuages, doit augmenter sa masse et tendre à accroître son pouvoir rayonnant; que tout mouvement descendant doit produire un effet inverse, en fondant plus ou moins la masse nuageuse par le seul effet du réchauffement qui accompagne tout accroissement de pression dans un gaz. Mais nous n'avions pas assez de faits nouveaux à l'appui de cette opinion pour les porter devant l'Académie.

» M. Th. Reye (1) semble attribuer, comme vous, les taches solaires à des mouvements tournants analogues à nos cyclones; mais, dans sa pensée, le mouvement ascendant à la hauteur des nuages solaires aurait lieu dans l'axe. Les nuages produits seraient obscurs, au lieu d'être lumineux.

» Cette obscurité accuserait en eux un abaissement de température qui me paraîtrait peu conciliable avec le degré de chaleur générale de la surface solaire. Dans cette hypothèse, il me semblerait, en outre, difficile de s'expliquer l'énorme pouvoir lumineux de la photosphère, et en particulier sur le pourtour des taches.

(1) *Comptes rendus*, 17 novembre 1873, p. 1178 de ce volume.

» Dans mon *Traité des mouvements de l'atmosphère,* dont la date est déjà ancienne et bien voisine du début de mes travaux de météorologie, j'étais préoccupé, en décrivant la marche de l'air dans les cyclones, d'une opinion qui tendait à prendre sa place dans la science, et qui, en assimilant le cyclone à un corps solide conservant le parallélisme de son axe de rotation, attribuait la violence des vents du sud-ouest dans nos parages à l'inclinaison vers le sud de l'extrémité supérieure de l'axe de rotation. Je voulais montrer surtout que l'air se renouvelle incessamment dans la masse tournante et que, dès lors, l'assimilation n'était pas possible.

» Au point de vue de la description des phénomènes terrestres, ma description de la circulation de l'air dans les cyclones était incomplète, parce que je ne l'envisageais que sous un de ses points de vue. M. Th. Reye me paraît tomber dans l'excès contraire.

» Ma description a été complétée dans mes publications ultérieures.

» Dans tout mouvement tournant de l'atmosphère, que l'air soit ascendant ou descendant dans l'axe, il existe nécessairement deux courants opposés dans le sens horizontal, l'un d'appel vers l'axe, l'autre de dégorgement. Il doit exister, en outre, un contre-courant dans le sens vertical et à une certaine distance de l'axe, sans qu'on doive admettre néanmoins que cette double rotation englobe d'une manière continue les mêmes masses d'air.

» Il nous paraît également incontestable qu'un mouvement tournant ne peut durer qu'à la condition qu'il s'y produise un apport continu de forces vives suppléant aux pertes occasionnées par les frottements. Dans les mouvements tournants, disions-nous, il sort moins d'air qu'il n'y en entre : de là gain de force vive. Cette différence ne pouvait provenir que des condensations de vapeur. On s'exprime sans doute d'une manière plus précise en disant que les courants ascendants constituent la véritable cause de développement et de durée des mouvements tournants par les condensations qu'ils amènent, et je me suis depuis longtemps rangé à cette manière de s'exprimer; mais que les courants ascendants aient lieu dans l'axe même ou sur son pourtour, l'apport nécessaire de force vive ne s'en effectue pas moins. Le reste n'est plus qu'une discussion spéciale à chacun des groupes de mouvements tournants observés et qui, malgré l'uniformité de la cause générale de leur durée, ne laissent pas de présenter de grandes différences, quant à leur origine, à leur mode de formation première, à leur étendue, à leur mode de circulation intérieure. Avec un fluide aussi mobile que l'atmosphère, il y aurait danger à limiter trop étroitement ce mode de circulation.

» En l'absence de moyens sérieux, que les banderoles flottantes ne remplaceront jamais, pour évaluer les vitesses dans le sens vertical, comme nous le pouvons faire dans le sens horizontal, il existe des phénomènes visibles, qui accusent le sens du mouvement. Pour le Soleil, ce sont les taches, les protubérances, les facules. Pour la Terre, ce sont les nuages et les pluies, ainsi que la comparaison de la direction des vents des nuages avec celle des girouettes.

» Dans les cyclones des régions voisines des tropiques, il pleut sur tout le pourtour du disque tournant; mais, en général, dans le voisinage du centre même, il y a beau temps et accalmie. La nappe ascendante s'enroule donc à une certaine distance autour de l'axe. Que se passe-t-il dans l'axe même?

» Dans nos tempêtes d'Europe, le disque tournant a une étendue considérable. La température et l'état du ciel sont loin d'être semblables sur toute cette étendue, et la circulation est beaucoup moins simple que dans les trombes, les tornades ou les cyclones considérés près de leur origine.

» Ce qu'on peut affirmer d'une manière générale, c'est que, dans un mouvement tournant, la force centrifuge est d'autant plus grande que la rotation est, d'une part, plus rapide, et que, d'autre part, elle entraîne des masses d'air d'une densité plus forte.

» La densité est maxima vers la surface de la Terre, mais la rotation y est considérablement ralentie par les frottements. Ce n'est donc pas là que la force centrifuge a son maximum d'énergie; aussi les vents des nuages sont-ils généralement en avance dans leur rotation vers le nord sur le vent superficiel à la Terre. Il y a donc appel d'air vers le bas jusqu'à une distance plus ou moins rapprochée de l'axe. Mais est-il permis de s'arrêter là? L'appel d'air, comme le mouvement tournant, est gêné en bas par les frottements sur la surface terrestre; il est complétement libre par le haut. Dans ces conditions, et en considérant l'étendue horizontale du disque tournant et sa faible hauteur jusqu'à la région des nuages en temps de perturbation atmosphérique, est-il permis de nier l'appel par en haut? Certains mouvements tournants limités peuvent naître sur place, d'un mouvement ascendant de l'air; mais, dans les véritables tourbillons tout formés, cette ascension entretient une rotation qui préexiste et dont les effets naturels ne peuvent être négligés.

» Je crois pouvoir conclure de ce qui précède que les objections de M. Th. Reye ne paraissent pas suffisantes pour infirmer votre théorie des taches solaires. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Note sur les cyclones terrestres et les cyclones solaires;* par M. H. DE PARVILLE.

« Dans une très-intéressante Note (1), M. Faye vient d'appliquer les considérations, qu'il déduit de sa théorie des taches solaires, à l'étude des trombes et des tourbillons terrestres. L'air circule-t-il dans les tourbillons en descendant des hautes régions ou, au contraire, en remontant? Tel est avant tout le sujet en discussion. La théorie des cyclones solaires conduit M. Faye à conclure que le mouvement de l'air est descendant; pour la plupart des météorologistes, pour M. le Dr Reye en particulier, qui vient de reprendre la question, le mouvement est ascendant, et si réellement, comme l'entend M. Faye, les tourbillons solaires sont descendants, il n'y aurait aucune analogie à établir entre les deux phénomènes. Ces deux opinions contraires me paraissent beaucoup trop absolues. En ce qui concerne la direction du mouvement dans les cyclones, le doute ne me paraît pas possible. Un tourbillon révèle lui-même s'il est ascendant ou descendant par le sens de sa rotation. Tout cyclone qui tourne en sens inverse des aiguilles d'une montre est forcément ascendant (hémisphère nord). Tout cyclone qui tourne dans le même sens que les aiguilles d'une montre est forcément descendant. Telle est la loi : afflux convergents, rotation de gauche à droite; afflux divergents, rotation de droite à gauche. En effet, si le courant est ascendant, il se produit un vide partiel autour duquel afflue l'air dans tous les sens; par suite de l'inégale vitesse de l'air sur les différents parallèles, l'afflux nord est dévié vers l'est et l'afflux sud vers l'ouest; il se forme un couple qui tend à faire tourner la masse intermédiaire dans le sens opposé aux aiguilles d'une montre. Inversement, si le courant est descendant, l'air s'écoule vers le nord et le sud, en déviant respectivement à l'est et à l'ouest; formation d'un couple à rotation directe.

» Dans notre hémisphère, le sens de la rotation des tournades est inverse; donc ils sont produits, comme le pensent les météorologistes, par des vitesses ascendantes de l'air. Nous verrons tout à l'heure qu'il existe toutefois de véritables tourbillons descendants. L'observation confirme ces vues. Les tournades très-fréquentes des Açores et les ouragans des Antilles semblent bien provenir d'une dilatation locale de l'air surchauffé au contact du sol de ces îles, meilleur conducteur du calorique que l'eau.

» Les ouragans de la zone équatoriale résultent de la rencontre des

(1) *Comptes rendus*, 17 novembre 1873, p. 1122 de ce volume.

moussons opposées; l'air s'élève, et les afflux déviés en sens inverse lui impriment le mouvement gyratoire. Le mot *tourbillon* n'implique pas toujours l'idée de tempête; il existe des tourbillons à vitesse très-réduite. Si le tourbillon prend de la force, il faut en rapporter la cause à un retard apporté dans sa formation; l'air se détend ensuite en raison même de l'obstacle qu'il aura eu à surmonter.

» On a proposé de rechercher, à l'aide de banderoles, si, dans ces phénomènes, la composante verticale du vent est ascendante; la banderole, obéissant à tous les remous de l'air, ne fournirait aucun indice certain. Le baromètre répond très-nettement, au contraire, à la question. La composante verticale détermine en effet, dès le début du phénomène, une baisse rapide résultant des vitesses ascendantes de l'air. Si le tourbillon était descendant, l'instrument monterait, loin de baisser : ainsi, le sens de la rotation des cyclones et la baisse du baromètre, avant la génération complète du météore, nous paraissent fournir deux arguments décisifs contre la théorie des mouvements descendants des cyclones équatoriaux à mouvement inverse, soutenue par l'éminent astronome.

» Nous ne saurions plus être aussi affirmatif en ce qui concerne les trombes; le sens de la rotation paraît moins bien déterminé. Peltier admet le mouvement descendant sans preuves. M. Faye défend son opinion à l'aide d'un raisonnement ingénieux. Si l'alimentation du météore avait lieu par en bas, fait-il remarquer, la trombe descendant sans cesse finirait par perdre de sa force, puisque la tranche d'air affluente va elle-même diminuant sans cesse d'épaisseur. Peut-être serait-il permis de répondre que, précisément parce que l'orifice d'introduction se rapetisse, la vitesse d'arrivée augmente en proportion, et le phénomène prend, au contraire, de la violence en touchant terre; mais, quand la trombe plonge dans l'eau, la résistance au mouvement tournant augmente, et le météore ne tarde pas à perdre de son intensité et à disparaître. Si la trombe s'est formée dans les hautes régions, elle peut déterminer la convergence de deux afflux inverses; le phénomène, d'abord local, prend de l'extension et se transforme en un véritable cyclone.

» M. Faye disait très-justement, dans la dernière séance : « L'étude du » Soleil pourra rendre quelques services à la Météorologie ». Je demande la permission maintenant de suivre le savant astronome sur ce nouveau terrain. M. Faye assimile les taches solaires à des tourbillons engendrés par les différences de vitesse inhérentes à deux parallèles voisins; je n'ai pas considéré, on l'aura remarqué, les tourbillons comme générés par l'action de deux courants parallèles, à vitesse différente; M. Piddington autre

fois, plus récemment M. Vicaire, M. Reye, ont présenté des objections à cette théorie. Le tourbillon, pour moi, résulte d'une rupture d'équilibre dans la verticale déterminant des afflux à vitesses inverses. Je fais de même pour les tourbillons solaires. Partout où il y aura appel des gaz de la périphérie au centre pour combler le vide produit par un courant ascendant, il y aura nécessairement afflux convergent et génération d'un tourbillon à rotation inverse. Ce cyclone descendant viendra s'épancher dans les profondeurs du Soleil. La masse gazeuse divergente engendrera un tourbillon à rotation directe.

» Avant d'aller plus loin, je tiens à répondre immédiatement à une objection fondamentale que ne manquera pas de m'adresser M. Faye. Si les taches sont produites par un afflux convergent, il y aura appel de gaz de l'équateur solaire aux parallèles moyens et déviation dans le sens de la rotation; or la vitesse angulaire de rotation est maximum à l'équateur; c'est l'argument dont on se sert depuis bien longtemps pour démontrer qu'il ne saurait exister sur le Soleil d'alizés de retour. Le P. Secchi, pour maintenir les analogies et tourner la difficulté, a proposé d'admettre que la rotation est moins rapide à la surface que dans les couches plus voisines du centre; aussi toute masse lancée de l'intérieur vers la périphérie posséderait un excès de vitesse dans le sens de la rotation, qui se traduirait par un mouvement en longitude.

» Le raisonnement invoqué en pareille circonstance ne nous paraît que spécieux. On ne mesure la rotation que par le mouvement des taches; la variation des vitesses réelles sur les différents parallèles échappe à l'observation; or les vitesses angulaires doivent bien diminuer pour les taches, conformément aux formules exprimant la loi de rotation de MM. Carrington, Faye ou Spoërer. On n'a pas remarqué assez que, quelle que soit la vitesse des gaz à l'équateur, tout afflux en remontant vers les parallèles moyens diverge dans le sens de la rotation; tout afflux descendant, au contraire, vers l'équateur diverge en sens inverse. La force vive de ces afflux est employée presque tout entière à faire tourner la masse de gaz intermédiaire, qui continue à suivre sa route avec une vitesse à très-peu près égale à celle du parallèle sur lequel elle se trouve. Il ne faut donc pas rejeter aussi facilement qu'on l'a fait jusqu'ici l'analogie qui paraît exister entre les circulations des alizés sur la Terre et sur le Soleil.

» Les taches se montrent de part et d'autre de l'équateur, depuis 10 jusqu'à 30 degrés de latitude. Si un baromètre pouvait être placé dans le Soleil, à l'extrémité inférieure de l'axe de ces tourbillons descendants, il accuserait évidemment une hausse marquée. Sur notre globe,

aux mêmes latitudes, la pression barométrique s'accuse également de plus en plus pour atteindre un maximum vers 30 degrés. Or les courants d'air ascendants de l'équateur retombent vers ces latitudes et doivent produire, comme sur le Soleil, de véritables cyclones à rotation inverse aux limites atmosphériques, à rotation directe à la surface du sol.

» La température de l'air étant surélevée sur les continents, en raison de la conductibilité des terres, la rupture d'équilibre et le flux descendant s'opéreront principalement en mer, au large, comme l'avait du reste déjà pressenti Dove dans sa théorie des vents. L'axe du flux descendant coïncidera donc avec le milieu de l'Océan, et c'est autour de ce point central que devra se produire la rotation de l'air. La rotation sera ordinairement lente, car la descente de l'air est habituellement progressive; mais le mouvement s'étendra à de grandes masses, parce que la masse du courant descendant est elle-même considérable. Il se produira ainsi dans notre hémisphère une circulation générale de l'air de gauche à droite; elle aura lieu en sens inverse dans l'hémisphère austral.

» L'observation s'accorde-t-elle avec ces déductions? Tous les navigateurs savent bien qu'il en est ainsi. A partir de 45 degrés de latitude, le vent souffle de l'ouest et passe successivement, en tournant dans le sens des aiguilles d'une montre, au nord-ouest, au nord-est, à l'est, au sud-ouest, pour revenir à l'ouest; c'est la circulation tropicale des marins.

» De même l'air est chassé du maximum de pression vers les pôles, et engendre dans son mouvement ascendant un vent de sud-ouest à composante verticale. Le vent de sud-ouest à nos latitudes est montant au lieu d'être descendant, comme le soutiennent les météorologistes; s'il en était autrement, il ferait monter le baromètre, au lieu de le faire baisser. Cet afflux ascendant engendre un nouveau mouvement gyratoire de grande étendue à rotation inverse, mais moins bien déterminé que le précédent, parce que l'axe se déplace sans cesse. Ce mouvement représente le courant ouest du large, le vent sud-ouest de nos contrées et le vent de nord-ouest du littoral américain et des parages de Terre-Neuve. L'afflux d'air ascendant des hautes régions doit engendrer des tourbillons aux limites atmosphériques, mais à sens de rotation opposé à celui des tourbillons du maximum de pression. Ces mouvements gyratoires des hautes régions ne doivent pas être étrangers à la production des aurores.

» Des considérations précédentes, il nous paraît résulter des conséquences importantes pour la Météorologie. Nous prierons l'Académie de nous permettre de les développer dans un prochain travail. »

ASTRONOMIE. — *Orbite apparente et période de révolution de l'étoile double ξ de la Grande Ourse.* Note de M. **Flammarion**, présentée par M. Faye.

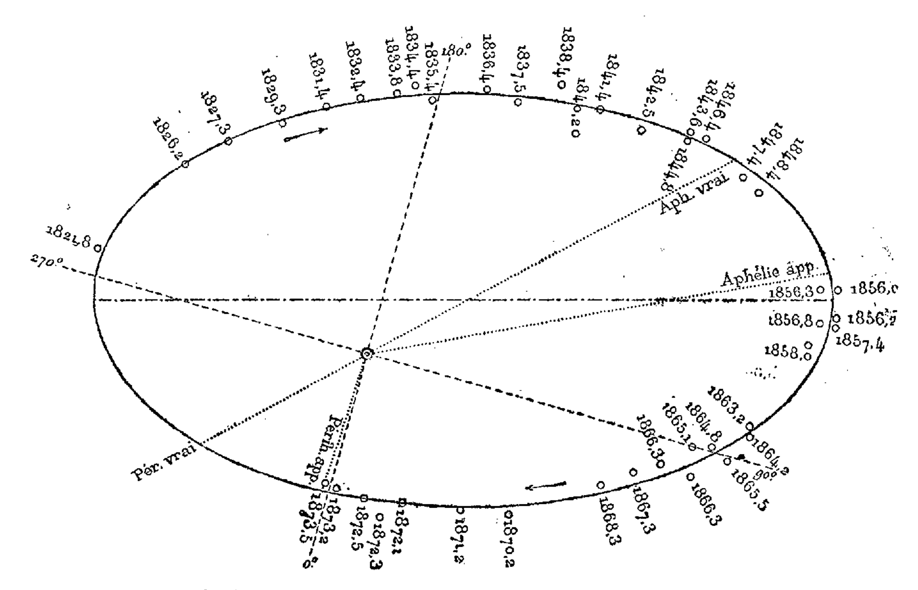
« Parmi toutes les étoiles doubles découvertes jusqu'à ce jour, il n'y en a qu'un très-petit nombre dont les observations s'étendent sur un assez long espace pour permettre de déterminer l'orbite parcourue par la petite étoile autour de la grande, ou plus exactement par les deux astres autour de leur centre commun de gravité. Il serait intéressant pour nous de connaître au moins l'orbite apparente du mouvement vu de la Terre, et de nous représenter cette orbite pour les systèmes stellaires qui ont été suffisamment étudiés. C'est le travail que j'ai entrepris, et j'ai l'honneur de présenter à l'Académie le résultat auquel je suis parvenu pour l'étoile double ξ de la Grande Ourse, l'une de celles dont les observations sont les plus complètes et les plus sûres.

» Ce système stellaire se compose de deux étoiles de quatrième et cinquième grandeur. La plus brillante des deux étoiles est colorée d'une teinte jaune d'or, et la seconde d'une nuance de gris-cendre. La position actuelle de cette étoile double sur la sphère céleste est : Æ $= 11^h 11^m 17^s,7$ et ⊕ $= + 32° 15' 25''$. La distance moyenne des deux composantes est de deux secondes et varie, entre son maximum et son minimum, de $3'',1$ à $0'',9$; cette distance est actuellement à son minimum : l'étoile satellite vient de passer à son périhélie apparent.

» J'ai cherché à déterminer l'orbite apparente décrite par la seconde étoile autour de la première, en employant la méthode graphique et en utilisant presque toutes les observations d'angles de position et de distances faites depuis 1821. La période de révolution étant relativement courte, et les observations étant nombreuses, cette méthode m'a paru susceptible de conduire à un résultat aussi rapproché que possible de la réalité.

» L'élimination que j'ai faite pour le tracé de la courbe des observations antérieures à l'année 1821 a été rendue nécessaire par l'incertitude des distances estimées. William Herschel, William Struve, sir John Herschel et South ayant apprécié ces distances par de simples estimations de diamètres, le résultat est insuffisant. J'ai tenu compte au contraire de toutes les bonnes mesures prises au micromètre, en leur donnant d'autant plus de poids qu'elles représentent les moyennes d'un plus grand nombre d'observations. De plus, j'ai choisi pour échelle une mesure qui exagère les positions données : une seconde d'arc est représentée, dans la figure ci-dessus, par 20 millimètres. De cette façon, les erreurs d'observation se

rendent évidentes d'elles-mêmes, et elles sont considérables dans ces appréciations si délicates, non-seulement par la construction même des appareils de mesure, qui offrent de singulières différences de résultats, mais encore et surtout par l'équation personnelle de chaque astronome : il y a certaines étoiles doubles très-rapprochées, dans lesquelles les séries des différents observateurs ne concordent presque pas. Lorsque j'eus fixé toutes les positions (angles et distances) constatées, j'obtins une première approximation de l'orbite tracée en quelque sorte par points continus. En étudiant cette orbite, on ne tarde pas à reconnaître en elle une ellipse suffisamment déterminée. Le travail consiste ensuite à chercher les élé-



Orbite apparente de l'étoile double ξ de la Grande Ourse.

ments de cette ellipse et à tracer une courbe qui passe par tous les points donnés. Lorsque les observations diverses ont offert pour une même date des points différents, la courbe doit naturellement passer entre eux et se rapprocher de ceux qui sont les plus sûrs. On sent que ce procédé d'ensemble conduit inévitablement à déterminer l'orbite apparente avec toute l'exactitude désirable.

» Il ne s'agit pas ici, comme on le voit, de l'orbite absolue, mais de celle du mouvement apparent vu de la Terre. Dans cette orbite de perspective, l'étoile n'est pas au foyer de l'ellipse, mais en dehors, et, dans le cas qui nous occupe, elle se trouve à 0″,34 de distance du grand axe apparent et à 1″,4 du foyer le plus rapproché. Par suite du mouvement

combiné des deux astres autour de leur centre commun de gravité, l'étoile satellite paraît décrire l'ellipse tracée, le long de laquelle on peut suivre les positions qu'elle a successivement occupées depuis plus d'un demi-siècle. Les dates sont inscrites en années et dixièmes d'année. Voici du reste les éléments de cette ellipse du mouvement apparent :

Demi-grand axe................	2",45
Excentricité.....................	0,823
Plus grand aphélie apparent........	1854,5 à 116°,5
Plus petit périhélie apparent.......	1873,4 à 358°,0
Durée de la révolution............	60 ans 60

» La ligne 0°-180° représente la ligne nord-sud à laquelle les angles de position sont rapportés; d'où l'on voit que le point 90° marque l'est et le point 270° l'ouest de l'étoile principale. L'étoile secondaire marche dans le sens indiqué par la flèche, et a accompli la plus grande partie de son orbite depuis la première de nos positions, vers laquelle elle se retrouvera en 1882.

» Les astronomes qui ne voudraient pas s'arrêter à l'orbite apparente pourront se servir de celle-ci avec avantage, je crois, pour déterminer l'orbite absolue à laquelle elle correspond. On voit déjà, au simple tracé, la projection du grand axe de l'ellipse absolue, ainsi que la valeur de l'excentricité, qui est de 0,366. Le passage au périhélie vrai aura lieu en 1876,1, à 315 degrés; le dernier a eu lieu en 1815,5. L'aphélie vraie tombe en 1845,8, à 135 degrés; ce point ne s'accorde pas avec l'observation de 1846,4 de O. Struve; mais il est impossible de diminuer la période ni de déplacer le périhélie.

» L'examen des positions antérieures à 1821, comparées aux observations contemporaines, pourrait faire supposer que l'orbite n'est pas une section conique, résultat presque inadmissible, ou pour le moins extraordinaire. On croit remarquer un mouvement en spirale; une distance estimée en 1782 par W. Herschel est de quatre secondes à 143 degrés; une autre estimée en 1819, par W. Struve, est de 2"56 à 284 degrés; on en trouve même une, en 1823, de sir John Herschel et South, de 2",81 à 258 degrés. Il paraît plus sûr de rejeter ces divergences sur des erreurs d'observation, plutôt que d'imaginer une chute en spirale ou des perturbations. Aussi m'en suis-je tenu à l'ellipse, qui est parfaitement déterminée par la série des observations modernes.

» Pour rendre évidents et bien distincts les lieux des positions observées, j'ai représenté les deux étoiles composantes par de très-petits cercles. Optiquement, ces étoiles offrent un diamètre sensible, que l'on peut estimer

à 6, 7 et 8 dixièmes de seconde, suivant les instruments employés. Il en résulte que dans leur plus grande proximité, comme c'est le cas actuel, les deux disques apparents semblent non-seulement se toucher, mais même pénétrer l'un dans l'autre. Conserver ces diamètres optiques eût été impossible. En réalité, d'ailleurs, la distance qui nous sépare de ces lointains soleils est telle, qu'ils se réduisent pour nous à des points mathématiques.

» Voici maintenant le relevé des observations dont je me suis servi :

Dates.	Angles de position.	Distances.	Obs.	Dates.	Angles de position.	Distances.	Obs.
	°	″			°	″	
1821,78....	264,70	1,92	W.-S.	1856,18....	111,88	3,12	J.
1826,20....	238,75	1,75	»	1856,26....	113,89	3,13	S.
1827,27....	228,27	1,72	»	1856,82....	110,91	2,99	F.
1829,35....	213,59	1,67	»	1857,36....	109,74	3,11	S.
1831,44....	203,82	1,71	»	1858,0.....	108,15	2,90	F.
1832,41....	195,94	1,75	»	1863,23....	96,66	2,56	D.
1833,84....	188,42	1,76	»	1864,20....	95,42	2,57	E.
1834,40....	184,10	1,87	»	1864,83....	91,96	2,23	D.
1835,41....	180,18	1,76	»	1865,12....	91,42	2,44	E.
1836,44....	171,20	1,97	»	1865,51....	89,88	2,53	S.
1837,47....	165,32	1,93	»	1866,30....	86.76	2,06	D.
1838,43....	160,40	2,26	»	1866,31....	86,55	2,26	S.
1840,25....	152,2	2,08	K.	1867,31....	82,22	1,90	D.
1841,40....	152,0	2,28	O. S.	1868,30....	77,50	1,74	»
1842,50....	145,1	2,37	K.	1870,24....	57,74	1,39	»
1843,60....	140,2	2,55	K.	1871,22....	47,70	1,20	»
1844,79....	140,8	2,53	O. S.	1872,09....	29,69	1,0	K.
1846,36....	138,7	2,62	»	1872,35....	19,70	1,18	W.
1847,41....	131,8	2,70	»	1872,48....	15,43	0,98	S.
1848,41....	128,7	2,75	»	1873,22....	3,93	0,90	W.
1856,0.....	113,11	3,17	D.	1873,27....	0,0	0,90	E.

(W.-S. = William Struve; O.-S. = Otto Struve; K. = Kaiser; D. = Dembowski; J. = Jacob; S. = Secchi; E. = Engelman; K. = Knott; W. = Wilson; E. = Erck.)

» Ce système stellaire de ξ de la Grande Ourse est un de ceux qui réunissent le plus grand nombre d'observations. Sa période de révolution, conclue d'après l'ensemble des angles de position mesurés, et principalement d'après les comparaisons des mouvements moyens des époques 1782-1842 et 1802-1863, est de $60^a,60$, ou environ 60 ans 7 mois. C'est l'une des plus courtes; il n'y a que trois étoiles doubles connues dont la révolution soit plus rapide, ce sont : 1° l'étoile 42 de la Chevelure de Bérénice; 2° ζ d'Hercule; et 3° η de la Couronne boréale, dont les périodes sont respectivement de $25^a,5$, $34^a,6$ et $41^a,4$. Je me propose de présenter prochainement à l'Académie un travail relatif à ces étoiles. »

PHYSIQUE. — *Sur la décharge des conducteurs électrisés*. Note de M. **J. Moutier**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« L'équilibre de l'électricité à la surface d'un système de corps conducteurs résulte, comme l'a montré Poisson, de la condition suivante : La résultante des actions exercées par les diverses couches électriques sur tout point pris à l'intérieur des conducteurs doit être nulle. Si l'on désigne par m l'une des masses électriques, affectée d'un signe suivant sa nature, par r sa distance à un point situé à l'intérieur d'un conducteur, la fonction

$$V = \sum \frac{m}{r}$$

doit alors avoir une valeur constante pour tous les points situés à l'intérieur d'un même conducteur. La fonction V, introduite par Laplace dans l'Analyse, a été désignée par Green sous le nom de *fonction potentielle*.

» Si l'on désigne par m et m' deux masses électriques de même nom, situées à une distance r, chacune des masses est repoussée par une force égale à $\frac{mm'}{r^2}$; si la distance des masses électriques devient $r + dr$, la somme des travaux élémentaires des forces répulsives est

$$\frac{mm'}{r^2} dr = - d\left(\frac{mm'}{r}\right).$$

La somme des travaux élémentaires de toutes les forces répulsives est donc égale à l'accroissement de la fonction

$$W = -\sum \frac{mm'}{r},$$

où la somme est étendue à toutes les masses électriques, en supposant chacune d'elles affectée d'un signe. La fonction W est désignée, d'après une notation empruntée à Gauss, sous le nom de *potentiel de l'électricité*.

» Les travaux de MM. Helmholtz et Clausius ont particulièrement appelé l'attention sur cette fonction, qui joue un rôle considérable dans le phénomène de la décharge électrique : l'accroissement du potentiel représente, en effet, le travail effectué dans la décharge électrique. M. Clausius a montré que le potentiel peut s'exprimer facilement au moyen des charges et des fonctions potentielles relatives à chaque conducteur; si l'on appelle V la fonction potentielle sur un conducteur, Q sa charge,

$$W = -\tfrac{1}{2} \Sigma VQ.$$

Si l'on appelle V_0, Q_0 les valeurs initiales, V_1, Q_1 les valeurs finales relatives à un conducteur,

$$W_1 - W_0 = \tfrac{1}{2}\Sigma V_0 Q_0 - \tfrac{1}{2}\Sigma V_1 Q_1$$

mesure le travail effectué dans la décharge partielle du système de conducteurs, et, lorsque les conducteurs sont ramenés à l'état neutre, le travail de la décharge complète est

$$\tfrac{1}{2}\Sigma V_0 Q_0.$$

» L'équivalent mécanique de la décharge est indépendant de la manière dont la décharge s'effectue; il ne dépend que des valeurs initiale et finale du potentiel, de sorte que la somme des effets de la décharge électrique reste la même, quelle que soit la nature de la décharge.

» M. Helmholtz a déjà évalué la force vive gagnée par l'électricité en passant de la surface d'un conducteur à une distance infinie; mais il a considéré le potentiel de l'électricité d'un conducteur comme une quantité constante, tandis qu'en réalité le potentiel diminue sur le conducteur proportionnellement à la charge; cette diminution a pour effet de modifier l'expression du travail qui se produit dans la décharge par l'air.

» Considérons un corps conducteur électrisé ayant une charge q, et supposons qu'une quantité d'électricité dq s'échappe du corps électrisé et disparaisse dans l'air. Lorsque cette électricité dq passe d'une surface de niveau, où la fonction potentielle a une valeur V, à la surface de niveau infiniment voisine, où la fonction potentielle a la valeur $V + dV$, en désignant par dn la portion infiniment petite de normale comprise entre les deux surfaces au point considéré, la force répulsive qui s'exerce sur dq est $-\frac{dV}{dn}dq$. Le travail élémentaire de la répulsion, en passant d'une surface de niveau à la surface infiniment voisine, est $-dV\,dq$. Par suite, lorsque la quantité d'électricité dq s'éloigne à l'infini, le travail correspondant a pour valeur $V'dq$, si l'on appelle V' la fonction potentielle à la surface du conducteur ou, ce qui est la même chose, à l'intérieur de ce conducteur : cette expression a été déjà donnée par M. Helmholtz.

» Mais, à mesure que la déperdition de l'électricité s'effectue, la charge diminue sur le conducteur; il en est de même de la fonction potentielle. La fonction potentielle V' est proportionnelle à la charge q du conducteur; on peut poser $V' = aq$, a étant une constante particulière au conducteur. Le travail nécessaire pour repousser à l'infini la quantité d'électricité dq est $aq\,dq$. Par conséquent, si l'on appelle q_0 la charge initiale du conduc-

teur, le travail nécessaire pour repousser à l'infini toute l'électricité du corps a pour expression

$$T = a\int_0^{q_0} q\,dq = \tfrac{1}{2}aq_0^2 = \tfrac{1}{2}V_0 q_0,$$

en appelant V_0 la valeur initiale de la fonction potentielle sur le conducteur.

» Ainsi le travail consommé par la répulsion à l'infini de toute l'électricité du corps est égal au potentiel de l'électricité, ou, en d'autres termes, l'équivalent mécanique de la décharge extérieure est égal au potentiel de l'électricité. Le résultat est évidemment le même pour un système de conducteurs électrisés.

» La valeur de T est indépendante du chemin suivi par l'électricité qui s'échappe des conducteurs; il est aisé de reconnaître que cette valeur reste également la même lorsque deux quantités égales d'électricités contraires se rencontrent sur leur trajet et se recomposent.

» Supposons, en effet, que deux quantités d'électricité $+m$ et $-m$ se recomposent en un point M pour former de l'électricité neutre; soit V la fonction potentielle en ce point. Supposons qu'au point M l'électricité $+m$ soit repoussée par la force $-m\frac{dV}{dn}$; la portion du travail T nécessaire pour éloigner $+m$ à l'infini, en partant du point M, est Vm. La quantité $-m$, au contraire, placée au point M, est attirée; la force attractive a la même valeur que la force répulsive, et lorsque $-m$ s'éloigne de M jusqu'à l'infini, le travail correspondant est égal au précédent et de signe contraire. La valeur de T reste par conséquent la même, soit que les deux électricités s'éloignent à l'infini, soit que la recomposition ait lieu en un point quelconque : il en est nécessairement de même si la recomposition se produit sur un conducteur.

» C'est le cas qui se présente, par exemple, dans la décharge d'une bouteille de Leyde. Considérons une bouteille sphérique : appelons r le rayon de la sphère qui forme l'armature intérieure, e l'épaisseur du verre. Si l'on désigne par q la charge de l'armature intérieure à un instant donné, par dq la quantité d'électricité repoussée de l'armature intérieure sur l'armature extérieure, lorsque ces deux armatures sont réunies par un conducteur, le travail effectué dans la répulsion de la quantité d'électricité dq est

$$\int_r^{r+e}\frac{q\,dq}{r^2}\,dr = \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{r+e}\right)q\,dq.$$

» Le travail de répulsion qui correspond à la quantité d'électricité q_0 primitivement contenue sur l'armature intérieure est

$$T = \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{r+e}\right)\int_0^{q_0} q\,dq = \frac{1}{2}\left(\frac{q_0}{r} - \frac{q_0}{r+e}\right) q_0.$$

» Le facteur contenu dans la parenthèse représente la fonction potentielle sur l'armature intérieure; on retrouve ainsi, dans le cas particulier de la bouteille de Leyde, l'expression du potentiel de l'électricité.

» M. Helmholtz a appliqué le premier la théorie du potentiel à la décharge de la bouteille de Leyde; ses recherches ont été complétées par M. Clausius (1), et l'on peut regarder aujourd'hui la théorie des expériences de M. Riess comme très-satisfaisante. Il reste toutefois à rechercher comment la décharge peut se produire, indépendamment de la valeur de son équivalent mécanique. M. Helmholtz, après avoir expliqué la chaleur dégagée dans les expériences de M. Riess, ajoute :

« Cette loi se comprend facilement pourvu que *la décharge d'une batterie ne soit pas représentée comme un simple mouvement de l'électricité dans une direction,* mais COMME UNE SÉRIE D'OSCILLATIONS ENTRE LES DEUX ARMATURES, oscillations qui deviennent toujours plus petites, jusqu'à ce que la force vive soit éteinte par l'ensemble des résistances (2). »

» On vient de voir que la décharge peut être représentée par un mouvement de l'électricité dirigé d'une armature vers l'autre.

» On peut déduire de ce qui précède la démonstration d'un théorème établi par Gauss dans le cas d'un conducteur unique, et généralisé ensuite par M. Liouville pour un système de conducteurs : Lorsque des conducteurs renferment respectivement des quantités égales des deux fluides, tous ces conducteurs sont à l'état neutre. En effet, dans ce cas, le potentiel est nul; par conséquent la décharge extérieure du système de conducteurs ne peut donner lieu à aucun travail. »

PHYSIQUE. — *Sur l'état variable des courants voltaïques. Réponse à M.* Cazin; par M. P. **Blaserna.**

« Dans un Mémoire assez étendu sur les courants induits et les extracourants, publié en 1870 (3), j'ai examiné, entre autres questions, celle de

(1) *Théorie Mécanique de la chaleur,* traduite par M. F. Folie, t. II, p. 45.

(2) *Mémoire sur la conservation de la force,* traduit par L. Pérard, p. 107.

(3) Sullo sviluppo e la durata delle correnti d'induzione e delle estracorrenti (*Giornale di Scienze naturali ed economiche,* vol. VI, Palermo).

savoir comment l'intensité d'un courant constant varie dans les premiers instants après sa fermeture. On sait que, jusqu'alors, on avait diverses théories, entre autres celles de M. Helmholtz et de Ohm, qui s'accordaient à dire que l'intensité croît depuis zéro jusqu'à sa valeur normale, *sans oscillations :* suivant une courbe exponentielle, d'après M. Helmholtz; suivant une courbe plus compliquée, avec un point d'inflexion, d'après Ohm.

» Ma méthode consistait essentiellement à mesurer l'effet produit sur un galvanomètre par le courant, depuis la fermeture jusqu'à un certain temps, toujours très-court, que je faisais varier à volonté, et dont je mesurais la durée avec une grande précision. L'effet galvanométrique $\int_0^t i\,dt$, i étant l'intensité variable et t le temps, est représenté graphiquement par une aire, dont le temps est l'abscisse, et l'intensité l'ordonnée. L'expérience me fournissait donc les aires et les abscisses correspondantes, et il était facile alors de calculer, avec toute la précision désirable, les ordonnées, c'est-à-dire les intensités.

» Après de longues recherches, je suis arrivé ainsi à cette conclusion, que l'état variable des courants est formé d'une série d'oscillations, lesquelles sont très-prononcées quand le circuit contient de fortes spirales, capables de produire un extra-courant énergique, et deviennent presque insensibles dans les circuits aussi rectilignes que possible.

» Or, dans le *Compte rendu* du 14 juillet (t. LXXVII, p. 120), M. Cazin a présenté quelques objections, qui tendent à infirmer les conclusions de mon travail. Voici comment il s'exprime :

« ... En effet, si l'on admet que l'intensité i à l'époque t soit fonction du temps seul, et qu'il n'y ait pas d'effet appréciable à l'ouverture du circuit, l'intensité moyenne du courant interrompu donne la mesure de $\int_0^t i\,dt$, et il est théoriquement possible de calculer i d'après cette intégrale. Cette méthode ne me paraît pas susceptible de précision; mais la complexité de la fonction i est une objection plus importante. La conclusion du savant italien, à savoir que l'intensité est alternativement croissante pendant la période variable de la fermeture, n'est donc pas rigoureusement fondée sur les faits observés. »

» Je demande à l'Académie la permission de répondre à ces objections.

» 1° Il n'est pas nécessaire que l'intensité i soit fonction du temps seul; il suffit que le temps seul varie, toutes les autres circonstances étant rigoureusement constantes. Or c'est ce qui est réalisé dans chaque série de mes expériences, de sorte que les résultats auxquels je suis arrivé, pour chaque série, sont mathématiquement exacts. Personne ne nie que i dépende aussi d'autres circonstances, et c'est pour cela que j'ai fait de nombreuses séries

d'expériences, pour voir comment les courbes varient dans les différents cas.

» 2° Dans ma méthode, il ne s'agit jamais d'intensités moyennes, mais toujours d'aires, mesurées directement par le galvanomètre. Les abscisses à partir de zéro étaient également mesurées d'une manière directe, et les ordonnées étaient ensuite calculées sans hypothèse : c'est une simple question de calcul.

» 3° J'ai démontré, dans mon Mémoire, qu'à l'ouverture du circuit il n'y avait pas d'effet appréciable produit par l'étincelle d'ouverture, de sorte que, en négligeant cet effet, on commettait une erreur inférieure à la limite des erreurs d'observations.

» 4° J'ai donc le droit d'insister sur mes conclusions. Les oscillations du courant existent et sont très-prononcées, notamment les premières. Dans mon Mémoire, j'ai examiné, avec beaucoup de détails, le degré de précision de mon procédé expérimental. Pour nier l'existence des oscillations, il faudrait fausser les déviations du galvanomètre de 3, 5 et même 10 degrés; d'où l'on voit qu'il ne s'agit pas de petites quantités, sur lesquelles il pourrait y avoir du doute.

» Je suppose que M. Cazin n'a pas eu l'occasion de lire mon Mémoire même, et qu'il le connaît seulement par le résumé qu'en a fait M. Bertin, dans les *Annales de Chimie et de Physique,* t. XXII, résumé fait avec une grande clarté, mais naturellement un peu bref. Évidemment M. Cazin s'est préoccupé de ce que ses propres expériences ne sont pas d'accord avec les miennes, attendu que sa courbe contient *seulement un maximum,* au lieu de *véritables oscillations.*

» Mais je ferai observer qu'il fermait d'abord le circuit; puis, après un certain temps, qu'il faisait varier à volonté, il appliquait au circuit une dérivation, pour un temps déterminé et toujours le même, et il observait un galvanomètre placé *dans cette dérivation.* Dans mes expériences, au contraire, j'ai examiné directement le circuit principal, *sans aucune dérivation.* On comprend facilement que les conditions sont bien différentes.

» Je me suis également occupé, dans mon Mémoire, d'une manière incidente, du cas des courants dérivés. Voici l'une des conclusions, que je traduis (p. 102) :

« Naturellement, le courant dérivé est différent du courant simple. Il lui ressemble seulement en ceci, qu'il présente aussi de vraies oscillations, avant d'arriver à sa valeur normale; mais la forme des oscillations est différente. »

» Ainsi donc, même pour les conditions où il se plaçait, M. Cazin aurait dû trouver des oscillations, si son procédé était suffisamment précis; mais

mes expériences expliquent aussi pourquoi il ne les a pas trouvées. La durée, toujours la même, de son contact, qui fermait le courant dérivé, était, d'après ses indications, de $\frac{4}{10000}$ de seconde. Or le temps, pour une oscillation complète, varie, d'après mes expériences, suivant les cas, de $\frac{2}{10000}$ à $\frac{4}{10000}$ de seconde. Il s'ensuit que la durée de son contact embrassait une et peut-être deux oscillations complètes; il ne pouvait évidemment pas les constater. Pour les mesurer, j'ai été obligé d'aller jusqu'à $\frac{1}{100000}$ et même au delà. Tous les temps que M. Cazin mesure sont beaucoup trop longs, et sa courbe représente une somme algébrique dans un phénomène probablement très-compliqué.

» J'extrais de mon Mémoire (p. 102) les valeurs de la courbe d'un courant dérivé, que j'ai examiné; les temps sont exprimés en $\frac{1}{100000}$ de seconde, les intensités sont évaluées en unité arbitraire :

t	i	t	i	t	i	t	i	t	i
0	0	65	1560	77,5	840	90	25720	115	4920
30	260	67,5	6440	80	2040	95	17280	120	4920
40	540	70	6760	82,5	4840	100	8960	130	6000
50	660	72,5	5240	85	7720	105	6440	140	6700
60	840	75	1160	87,5	16280	110	5360	180	6700

» Cette courbe contient deux oscillations énergiques, dont les maxima sont pour $t = 0,00070$ et $t = 0,00090$. Or, si mon appareil ne m'avait permis que de mesurer $\frac{4}{10000}$ de seconde, comme dans le procédé de M. Cazin, on peut voir, par le calcul, ce que j'aurais dû trouver. Il suffit, pour cela, de prendre les aires correspondantes de 4 en 4 dix millièmes de seconde. Ces aires représentent, dans ce procédé, les intensités moyennes de M. Cazin. En les rapportant alors aux temps moyens, on trouve facilement les valeurs suivantes de l'intensité, multipliée par 100,

$t = 0,0002$	6	10	14
$i = 8,0$	76,1	403,2	246,8

» On voit que, au lieu des deux oscillations complètes, il n'y a qu'un maximum pour $t = 0,0010$, précisément comme dans l'expérience citée par M. Cazin. C'est donc bien le phénomène décrit par lui. Il faut en conclure qu'il suffit de rendre ma méthode 15 *ou* 20 *fois moins précise*, pour retrouver les phénomènes que M. Cazin croit avoir découverts. La courbe ci-dessus tombe, après son maximum, plus vite que celle de M. Cazin; d'où il suit que, probablement, dans les conditions particulières où il s'était placé, il y avait encore bon nombre d'oscillations assez prononcées. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Application du phosphate d'ammoniaque et de la baryte à l'épuration des produits sucrés.* Note de M. P. Lagrange, présentée par M. Peligot.

« Les méthodes d'épuration actuellement employées dans l'industrie sucrière reposent presque toutes sur l'action de la chaux et l'élimination de cet alcali par l'acide carbonique. Elles laissent subsister dans les produits sucrés une certaine proportion de matières organiques et de sels minéraux, qui s'opposent, dans une certaine mesure, à la cristallisation du sucre. Or il est un fait acquis à la science, c'est que ces corps sont la cause de la formation des mélasses et de l'entraînement du sucre dans ces résidus.

» Le procédé dont j'ai l'honneur de faire part à l'Académie repose sur l'élimination des sels organiques de chaux, de certains acides végétaux combinés à la potasse et à la soude, et des sulfates alcalins existant dans les produits sucrés, en combinant l'action de la baryte et du phosphate d'ammoniaque.

» Dans le travail des sirops, il y a un principe qu'on doit rigoureusement observer, si l'on ne veut pas transformer le sucre cristallisable en glucose : c'est le principe de l'alcalinité.

» Or tous les sirops et les sucres ne sont maintenus alcalins, jusqu'à présent, que par la chaux. Cette chaux, mise dès le début du travail de la canne ou de la betterave, n'est pas seulement à l'état soluble dans les produits sucrés : elle se combine aussi à des acides végétaux pour former des sels organiques de chaux solubles, très-stables. Ces sels de chaux sont indécomposables par l'acide carbonique, tandis que la chaux, dissoute à la faveur du sucre, est éliminée par ce gaz.

» Ces sels organiques de chaux, qui résistent à l'action de l'acide carbonique, donnent de très-grandes difficultés dans le travail des sucres, aussi bien en sucrerie qu'en raffinerie. Ils nuisent beaucoup aux cuites, qu'ils rendent lourdes et quelquefois immobiles, donnent de mauvaises cristallisations et de longs turbinages, et comme conséquence de mauvais rendements. Le noir seul, dans la proportion où il est employé, ne suffit pas à l'absorption de ces sels.

» J'utilise avec succès le phosphate basique d'ammoniaque pour la décomposition de ces sels de chaux ; il se forme, dans cette réaction, du phosphate de chaux, et l'ammoniaque est mise en liberté.

» Les jus et sirops, ne contenant plus de chaux par suite de son élimination par le phosphate d'ammoniaque, ne tarderaient pas, par la prompte

évaporation de l'ammoniaque, à devenir neutres, puis ensuite acides. C'est alors que j'ai recours à la baryte ou au sucrate de baryte obtenu préalablement avec les mélasses ou avec les sirops, pour compléter l'épuration des produits sucrés. La baryte possède une double action : elle décompose les sulfates alcalins en formant du sulfate de baryte, ainsi que plusieurs sels organiques à base de potasse et de soude, et elle donne naissance à des composés insolubles dans un milieu alcalin. Or cette mise en liberté de la potasse et de la soude, non-seulement favorise cette insolubilité des sels organiques de baryte, mais encore sert à l'entretien de l'alcalinité des sirops privés de chaux, dans toute la série du travail industriel jusqu'aux mélasses, dernier terme de leur épuisement.

» Le problème industriel que j'ai résolu, en appliquant au travail de la sucrerie et de la raffinerie le phosphate d'ammoniaque et la baryte, est de pouvoir, sans chaux et sans sels de chaux, tout en éliminant des sels minéraux et des matières organiques, travailler les produits sucrés, en observant les meilleures conditions d'alcalinité, sans former du glucose aux dépens du sucre cristallisable. L'application de ce procédé sera surtout d'un grand secours pour les fabriques de sucre de canne, dans lesquelles les sels de chaux et la formation si facile du glucose donnent de si sérieuses difficultés et de si grandes pertes.

» En sucrerie, c'est ordinairement sur les sirops à 20 degrés Baumé que se fait l'épuration, sirops qui ont déjà subi généralement le traitement calco-carbonique. Les produits étant amenés dans une chaudière à serpentins ou à double fond, on y introduit le phosphate d'ammoniaque dans la proportion de la chaux dont la quantité a été déterminée par l'analyse hydrotimétrique, de façon à ne laisser dans les sirops qu'un millième de chaux absorbable par le noir; puis on ajoute la baryte dans la proportion des sulfates et des matières organiques, de façon à ne laisser dans les sirops qu'un centième des matières précipitables encore par la baryte; on porte à l'ébullition et l'on envoie le mélange sur des filtres Taylor. Le sirop épuré sortant de ces filtres est dirigé sur le noir en grain, après avoir laissé dans les poches un précipité qui constitue un engrais précieux.

» En raffinerie, l'épuration se fait à la chaudière à fondre le sucre brut. On supprime le noir fin et le sang, dont l'emploi entraîne avec lui de graves conséquences, au point de vue des fermentations qu'il développe si facilement, et l'on y substitue le phosphate d'ammoniaque, préalablement dissous, dans la proportion de la chaux, en ne laissant qu'un centième de

cet alcali, que le noir absorbe totalement; puis une solution de baryte dans la proportion des sulfates alcalins et des matières organiques contenus dans les sucres, de façon à y laisser la quantité d'alcali nécessaire au facile maintien de l'alcalinité jusqu'aux mélasses.

» Pour obtenir le maximum de rendement, les expériences industrielles m'ont démontré que, pour une moyenne de sucre titrant 88 degrés, la proportion de phosphate d'ammoniaque cristallisé par 1000 kilogrammes de sucre est de 800 grammes, et celle de la baryte, pour le même poids de sucre, de 3 kilogrammes, en se servant de l'hydrate à 10 équivalents d'eau.

» Le mélange, après la fonte, est porté à l'ébullition; à cette température, le précipité se gonfle, et il se fait, en même temps qu'une véritable épuration chimique, une clarification comparable à celle qui était obtenue avec l'albumine du sang. Les sirops sont envoyés sur des filtres Taylor; ils passent sur le noir en grain et ils suivent ensuite la série des opérations ordinaires. Le précipité restant dans les poches est, après lavage, passé aux filtres-presses; les tourteaux fournis par ces filtres constituent un excellent engrais.

» Le travail des cuites, les cristallisations et les turbinages s'accomplissent avec la plus grande régularité et dans les meilleures conditions. Le résultat de l'application de ces deux corps se traduit par une augmentation de rendement qui, d'après M. Guillon, l'habile raffineur lequel a fait, le premier, dans son usine, l'application de ce procédé, s'élève notablement au-dessus du rendement habituel.

» Les sulfates alcalins et terreux, notamment le sulfate de chaux, n'existent pas ou n'existent qu'en très-petite quantité dans le jus de la betterave. Ce dernier sel, qu'on rencontre souvent en assez forte proportion dans le sucre brut extrait de cette racine, provient des procédés de carbonatation dans lesquels on sépare, au moyen de l'acide carbonique, la chaux qu'on a introduite dans le jus. Ce gaz est fourni par la cuisson de la pierre calcaire mélangée au coke; il se trouve très-souvent souillé d'acide sulfureux, qui forme des sulfites; ces sels se transforment par la suite en sulfates alcalins et terreux. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'action physiologique et thérapeutique du chlorhydrate d'amylamine.* Note de M. **Dujardin-Beaumetz**, présentée par M. Wurtz.

« Lors de mes recherches physiologiques et thérapeutiques sur la triméthylamine, mon maître, M. A. Wurtz, pensa que l'amylamine devait

avoir une action plus énergique encore, et qu'il était nécessaire d'étudier l'action de ce corps sur l'économie. C'est le résumé de cette étude que j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie.

» Je me suis servi du chlorhydrate d'amylamine ($C^5H^{14}AzCl$), corps parfaitement défini, et qui cristallise en écailles incolores; ce sel avait été préparé par les soins de M. Frédéric Wurtz. Lorsqu'on introduit sous la peau des animaux des solutions de chlorhydrate d'amylamine, on observe des phénomènes variables suivant la dose employée. Chez le Lapin, par exemple, à la dose de 1 à 5 centigrammes, on observe une diminution très-marquée du pouls et de la température, qui peut faire abaisser le pouls, dans l'espace d'une heure, de 204 pulsations à 156.

» La diminution de la température est moins nette, et l'on obtient à peine une descente de 1 à 2 degrés. Lorsque, chez le même animal, on dépasse la dose de 5 centigrammes, ces phénomènes dépressifs du pouls et de la température font place à des symptômes nerveux, bizarres et à formes variées, caractérisés essentiellement par des convulsions toniques et chloniques, et par des mouvements de tournis. Ces phénomènes prennent une grande intensité à la dose de 20 centigrammes, et deviennent assez graves, à 30 centigrammes, pour entraîner la mort. Chez le Cobaye, 10 centigrammes suffisent pour produire ces convulsions et amener la mort par asphyxie dans le court espace de 18 minutes. Chez le Chien de taille moyenne, à la dose de 20 centigrammes, il se produit des dépressions notables du pouls qui s'abaisse de 80 à 64 pulsations, et il faut atteindre la dose de plus de 1 gramme pour voir se développer les troubles nerveux dont nous avons parlé. Ainsi donc, chez les animaux précédents (Cobaye, Chien, Lapin), le chlorhydrate d'amylamine produit d'abord, à faible dose, l'abaissement du pouls et de la température, et à dose plus élevée, des convulsions toniques et chloniques qui entraînent promptement la mort.

» Chez l'homme, à la dose de 50 centigrammes à 1 gramme, on observe aussi cette diminution du pouls et de la température, abaissement qui peut être de 10 à 20 pulsations par minute dans l'espace d'une heure. Nous avons appliqué ces propriétés dépressives du chlorhydrate d'amylamine sur le pouls et la température au traitement de la fièvre, et particulièrement de la fièvre typhoïde, et, dans dix cas où cette médication a été employée, nous avons toujours constaté, d'une manière manifeste, cet abaissement du pouls et de la température, et le résultat obtenu nous a paru avantageux. Si l'on vient maintenant à comparer l'action physiologique du chlorhydrate de triméthylamine à celle du chlorhydrate d'amylamine, on voit que ce

dernier, s'il ne possède pas l'action sédative et calmante sur le système nerveux que possède la triméthylamine, jouit du moins d'une action beaucoup plus marquée sur le pouls et sur la température, et que son action toxique est beaucoup plus considérable que celle du chlorhydrate de triméthylamine, de même que celle du chlorhydrate d'ammoniaque.

» Nous nous proposons, dans un prochain travail, d'étudier l'action physiologique de la propylamine, et de la comparer à son tour à celle de l'amylamine et de la triméthylamine, continuant ainsi les recherches que nous avons établies sur les ammoniaques composées, recherches qui nous paraissent appelées à fournir des éléments importants à l'étude de la Thérapeutique. »

« M. le général MORIN présente à l'Académie, de la part de M. *Douglas-Galton*, un Mémoire intitulé : *On the Construction of Hospitals*, dans lequel l'auteur discute, avec l'autorité d'une grande expérience, toutes les conditions d'établissement des hôpitaux. Ce Mémoire a été l'occasion d'une discussion très-intéressante devant l'Association médicale d'Angleterre, et contient un grand nombre de faits et d'observations qu'il est utile de signaler à l'attention de tous ceux qui s'occupent de ces importantes questions. »

Ce travail, imprimé en anglais, sera soumis à l'examen de MM. Morin et Larrey.

A 5 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures un quart. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 17 novembre 1873, les ouvrages dont les titres suivent :

Nouvelle étude du système du monde; par L. D'APREMONT. Paris, J. Le Clère, 1873; br. in-8°. (Deux exemplaires.)

Memoire sur la mutabilité des germes microscopiques et la question des fermentations; par J. DUVAL. Paris, Martinet, 1873; opuscule in-8°. (Extrait

du *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*. (Présenté par M. Charles Robin.)

Recherches anatomiques sur les Édentés tardigrades; par M. P. GERVAIS. Paris, Gauthier-Villars, 1873; opuscule in-4°. (Extrait des *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*.)

Notes on the form of cyclones in the southern Indian ocean, and on some of the rules given for avoiding their centres; by C. MELDRUM. London, G.-Ed. Eyre and W. Spottiswoode, 1873; br. in-8°.

Report on double refraction; by G.-G. STOKES. London, Taylor and Francis, 1863; br. in-8°.

Archiv für mikroskopische Anatomie, herausgegeben von Max. SCHULTZE; zehnter Band, erstes Heft. Bonn, Max Cohen et Sohn, 1873, in-8°.

Atti del reale Istituto d'incoraggiamento alle Scienze naturali economiche e tecnologiche di Napoli; t. VIII, parte II; t. IX. Napoli, 1872; 2 vol. in-4°.

Catalog der Gemmensammlung des T. Biehler. Wien, Zamarski, 1871; br. in-8°.

Revista de Portugal e Brazil; n°s 1, 2, outubro 1873. Portugal et Brazil, 1873; 2 n^os grand in-8°.

L'Académie a reçu, dans la séance du 24 novembre 1873, les ouvrages dont les titres suivent :

Mémoires de la Société académique d'Agriculture, des Sciences, Arts et Belles-Lettres du département de l'Aube; t. IX, 3e série, 1872. Troyes, Dufour-Bouquot, sans date; 1 vol. in-8°.

Mémoires de la Société nationale des Sciences naturelles de Cherbourg; t. XVII, 2e série, t. VII. Paris, Baillière; Cherbourg, Bedelfontaine et Syffert, 1873; 1 vol. in-8°.

Catalogue de la Bibliothèque de la Société nationale des Sciences naturelles de Cherbourg; rédigé par M. le Dr Aug. LE JOLIS; 2e partie, 1re liv. Cherbourg, Bedelfontaine et Syffert, 1873; 1 vol. in-8°.

Mémoires de la Société académique de Maine-et-Loire; t. XXVII : *Lettres et Arts;* t. XXVIII : *Sciences*. Angers, P. Lachèse, 1872; 2 vol. in-8°.

Mémoires de l'Académie de Stanislas, 1872; 4e série, t. V. Nancy, Berger-Levrault, 1873; in-8°.

Société des Sciences médicales de l'arrondissement de Gannat (Allier). Compte rendu des travaux de l'année 1872-1873; 27[e] année. Gannat, Didier-Daubourg, 1873; 1 vol. in-8°.

Annales de la Société académique de Nantes et du département de la Loire-Inférieure; 1873, 1[er] semestre. Nantes, veuve Mellinet, 1873; 1 vol. in-8°.

Précis analytique des travaux de l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Rouen pendant l'année 1871-1872. Rouen, H. Boissel; Paris, Derache, 1872; 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Société des Sciences naturelles de Neuchâtel; t. IX, 3[e] cahier. Neuchâtel, H. Wolfrath et Metzner; 1 vol. in-8°.

Résumé didactique sur les hernies des chevaux; par L. COLLENOT. Nancy, Hinzelin et C[ie], 1873; in-8°.

Histoire des astres. Astronomie pour tous; par J. RAMBOSSON. Paris, Firmin Didot, 1874; 1 vol. grand in-8°, avec planches.

Description géognostique du versant méridional de la montagne Noire dans l'Aude; par M. LEYMERIE. Montpellier et Cette, Boehm et fils, 1873; br. in-8°.

Les hommes velus; par le D[r] E. MAGITOT. Paris, imp. Durand, 1873; br. in-8°. (Extrait de la *Gazette médicale de Paris.*) [Présenté par M. Ch. Robin.]

Rapport au Ministre de l'Instruction publique sur l'état de la Pisciculture en France et dans les pays voisins; par M. BOUCHON-BRANDELY. Paris, Wittersheim, 1873; br. in-8°.

Areographische Fragmente. Manuscrit et dessins originaux et inédits de l'astronome J.-H. Schroeter, de Lilienthal; par M. F. TERBY. Bruxelles, imp. F. Hayez; br. in-4°. (Extrait du tome XXXVII des *Mémoires couronnés et Mémoires des Savants étrangers*, publiés par l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique.)

Quelques considérations sur l'extension continue et les douleurs dans la coxalgie; par le D[r] J. HENNEQUIN. Paris, P. Asselin, 1869; br. in-8°.

L. DE MARTIN. *Note sur un tube-pal à propos des expériences faites dans l'Hérault, avec le sulfure de carbone.* Sans lieu ni date; br. in-8°.

Les Merveilles de l'Industrie; par L. FIGUIER. 10[e] série : *Le sucre de canne.* Paris, Furne et Jouvet, 1873; 1 liv. grand in-8°, avec figures.

Traité des matières colorantes artificielles dérivées du goudron de houille; par

P. BOLLEY *et* E. KOPP, traduit de l'allemand et augmenté des travaux les plus récents par le Dr L. GAUTIER. Paris, F. Savy, 1874; in-8°.

L'unité des forces physiques. Essai de Philosophie naturelle; par le P. A. SECCHI; 2e édition, fascicule 2. Paris, F. Savy, 1874; in-8°.

Constitution physique du Soleil; explication de la formation et de la disparition des taches; par le colonel A. GAZAN. Antibes, Marchand, 1873; br. in-8°.

Illustration de la flore de l'Archipel indien; par F.-A.-W. MIQUEL; t. I, liv. 1, 2, 3. Amsterdam et Utrecht, Van der Post, 1870-1871; 3 livraisons in-4°.

Musée botanique de Leyde; par W.-F.-R. SURINGAR; t. I, liv. 1, 2, 3, feuilles 1 à 11, planches I à XXV. Leyde, J. Brill, sans date; in-4°.

ERRATA.

(Séance du 17 novembre 1873.)

Page 1191, ligne 13, *au lieu de* aqueuses, *lisez* alcooliques.

COMPTES RENDUS
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 1er DÉCEMBRE 1873.

PRÉSIDENCE DE M. DE QUATREFAGES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. *A. de la Rive*, l'un de ses Associés étrangers, décédé à Marseille, le 27 novembre 1873, en se rendant de Genève à Cannes. Cette douloureuse nouvelle est transmise à l'Académie par une Lettre du fils de l'illustre physicien, M. William de la Rive, adressée à M. Dumas.

« M. le **Secrétaire perpétuel** ne se propose pas de faire connaître en ce moment les titres qui ont mérité d'abord à M. Auguste de la Rive une place parmi les Correspondants de l'Académie et qui, plus tard, l'ont élevé au nombre de nos Associés étrangers.

» L'Académie partage l'émotion de la ville de Genève, qui rend pieusement, à cette heure même, les derniers devoirs à l'un de ses plus illustres et de ses meilleurs citoyens; elle s'associe à tous les sentiments dont sa population est pénétrée.

» M. Auguste de la Rive, dès sa jeunesse, avait vu son digne père mettre une singulière ardeur à reproduire, à populariser, à commenter les découvertes d'Ampère sur l'électricité dynamique; il s'était ainsi préparé naturel-

lement à se dévouer, lui-même, à l'étude de l'électricité. Cette branche de la science l'a occupé, en effet, pendant toute sa vie : le Traité qu'il a publié, les Archives de l'Électricité qu'il a fondées et dirigées, témoignent de la vaste connaissance qu'il en avait acquise ; ses travaux originaux sur cette matière difficile, nombreux et variés, montrent qu'il savait saisir en géomètre le principe fondamental des théories et qu'il possédait en expérimentateur consommé l'art délicat d'en fournir la démonstration.

» Il a montré, le premier, qu'à l'aide de dissolutions alcalines on peut argenter et dorer solidement le laiton par des moyens galvaniques, et il a fixé ainsi le principe qui sert de base à la grande industrie à laquelle Elkington, Ruolz et Christofle ont, plus tard, attaché leurs noms.

» L'étude des phénomènes observés pendant l'apparition des aurores boréales et leur relation avec les propriétés que manifestent, sous l'influence de l'aimant, les flammes de l'arc voltaïque, ou l'étincelle électrique éclatant dans les fluides élastiques raréfiés, ont conduit M. Auguste de la Rive à enrichir la Physique de brillantes expériences et à poser les fondements d'une théorie des aurores polaires.

» Mais ne bornons pas ainsi l'expression de nos regrets, donnons-leur toute l'étendue qui convient à cette grande perte. Ce n'est pas seulement un savant profond, persévérant, pénétrant et dévoué que nous regrettons en ce jour ! L'usage libéral que M. de la Rive faisait de sa fortune, toujours au service de la science, l'hospitalité que tous les savants de l'Europe ont reçue dans sa noble demeure, l'ardente affection qu'il portait à sa patrie, l'élévation morale de son caractère, lui avaient mérité dans tous les pays civilisés les sympathies des esprits cultivés et, dans son propre pays, la meilleure des popularités.

» L'Académie n'oubliera jamais l'empressement avec lequel il lui apportait les prémices de ses travaux et le fruit de ses longues études ; elle n'oubliera pas non plus, et moins que personne j'en aurais le droit, l'accueil amical dont ses Membres ont été si souvent l'objet depuis le commencement du siècle dans la maison patriarcale des de la Rive. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Note accompagnant la présentation du « Cours de Mécanique appliquée aux machines, » de J.-V. Poncelet;* par **M. Resal.**

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie, de la part de Mme Poncelet, le *Cours de Mécanique appliquée aux machines,* de J.-V. Poncelet, qui vient d'être publié sous la direction de M. Kretz, ingénieur en chef des manufactures de l'État. L'origine de cet Ouvrage remonte à 1825, époque à la-

quelle Poncelet, qui, jusqu'alors, s'était uniquement occupé de Géométrie, fut chargé d'organiser, à l'École d'Application de l'Artillerie et du Génie, l'enseignement de la Mécanique appliquée.

» En 1826, des feuilles lithographiées, reproduisant les Leçons de Poncelet, furent distribuées aux officiers élèves. On ne tarda pas à connaître au dehors l'originalité de cet enseignement, qui se distinguait par la nouveauté des aperçus et la nature de certaines questions qui y avaient trouvé place.

» Ces feuilles furent, l'année suivante, soumises à l'appréciation de l'Académie. Dans la séance du 7 mai 1827, Ch. Dupin, au nom d'une Commission qu'il constituait avec Arago, fit, sur l'enseignement de Poncelet, un Rapport extrêmement élogieux, qui aurait conclu à l'insertion aux *Mémoires des Savants étrangers*, si le Ministre de la Guerre ne s'était réservé la faculté de reproduire les lithographies.

» Aux feuilles de 1826, qui produisirent une grande impression dans le monde savant, succédèrent, avec quelques modifications, celles de 1832 et de 1836, publiées en cahiers par les soins de M. Morin. C'est en collationnant ces trois éditions que M. Kretz a constitué l'Ouvrage dont il s'agit, et dont on comprendra toute l'importance par le simple énoncé des chapitres qui le composent :

» 1° Considérations générales sur les machines en mouvement; 2° principaux moyens de régulariser l'action des forces sur les machines et de transmettre les vitesses dans des rapports donnés; 3° calcul des résistances passives dans les pièces à mouvement uniforme; 4° influence de la variation de la vitesse sur les résistances.

» Quoique les premières Leçons de Poncelet sur la Mécanique appliquée remontent presque à un demi-siècle, le Cours qui vient de paraître, à quelques détails près, est très-complet. Les lacunes inhérentes aux progrès des sciences et des mécanismes qui ont pu se produire dans une aussi longue période ont été comblées par des notes placées au bas des pages, qui témoignent des soins consciencieux apportés par M. Kretz à cette publication et donnent une haute idée de sa sagacité et de son esprit observateur et philosophique. Parmi ces notes, les unes ont surtout pour but de mettre en lumière les idées, parfois mal interprétées, de l'auteur; les autres résument certains travaux récents encore peu connus; d'autres enfin se font remarquer par leur originalité. Je crois devoir signaler parmi celles-ci :

» Période de mise en marche des machines et des conditions de bon fonctionnement. —

De l'écart proportionnel des vitesses au point de vue de la régularisation; effet du couplement sur la régularité. — Détermination de la vitesse de règle et conditions de régularité des machines industrielles. — Corrélation entre le régulateur et le volant. — Équations du mouvement d'une transmission en tenant compte de l'élasticité des liens. — Rapport des accélérations maxima et minima des manivelles simples et à double effet. — Volant des machines couplées. — Ralentissement dans les transmissions par courroies; loi des tensions d'une courroie sur une poulie en mouvement. — Influence de l'écartement des arbres sur le fonctionnement des outils.

» En résumé, le *Cours de Mécanique appliquée* de Poncelet traite avec une haute autorité toutes les questions qui forment aujourd'hui le fonds de l'enseignement en ce qui concerne la science de l'ingénieur et du mécanicien, et les notes qui y ont été ajoutées renferment des considérations utiles qui établissent de nouveaux liens entre la théorie et la pratique industrielles. »

« M. le général **Morin**, à l'occasion de la présentation d'une partie du *Cours de Mécanique appliquée aux Machines*, créé et professé par M. Poncelet, à l'École d'Application de l'Artillerie et du Génie, que vient de publier M. Kretz, adresse quelques observations, qu'il se propose de reproduire dans une prochaine séance, afin de faire connaître plus complétement l'ensemble et les développements qu'a reçus successivement cet enseignement, devenu la base d'une science qui a rendu si populaire le nom de son illustre auteur. »

ASTRONOMIE. — *Sur les trombes terrestres et solaires* (1); par M. **Faye**.

« Voici la simple question que je me propose d'examiner : les trombes descendent-elles progressivement des nuages vers la Terre, ou bien montent-elles violemment de la Terre vers les nuages? Dans ma dernière Note (2), j'ai donné à ce sujet une démonstration par l'absurde; mais ce genre d'argument est moins convaincant que l'examen direct des faits, et comme, malgré quelques approbations précieuses, je vois que la seconde opinion prévaut parmi les météorologistes, je vais reprendre la question par l'ensemble des faits.

» La seconde hypothèse a le double avantage d'être conforme à l'opinion générale et d'être facilement comprise. Rien de plus simple, en effet,

---

(1) Voir les Notes précédentes, p. 853 et 1122 de ce volume.

(2) *Compte rendu* de la séance du 17 novembre, p. 1122. J'écarte ici provisoirement toute discussion relative aux cyclones, pour les motifs indiqués dans cette Note.

que le mouvement vertical d'une colonne d'air ascendante ; un léger excès de température suffit pour déterminer l'ascension d'une masse d'air, et l'on se figure aisément, sans plus y penser, qu'un tel mouvement puisse être, à l'occasion, accompagné d'un léger tourbillonnement autour de l'axe de la colonne ascendante. On observe journellement ces phénomènes dans les flammes et dans les colonnes de fumée de nos cheminées quand l'air est calme.

» Cependant si l'on veut bien y réfléchir, c'est-à-dire considérer les faits eux-mêmes, on sera frappé tout d'abord de l'énorme travail mécanique accompli par ces trombes dès que leur extrémité inférieure vient en contact avec le sol. Une trombe est évidemment une sorte de machine, fort étonnante sans doute, mais enfin un appareil de transmission de la force, fonctionnant régulièrement, comme un axe qui tourne en portant à son extrémité un outil prêt à agir sur tout obstacle qu'on lui présente. On sera donc conduit tout d'abord à se demander où est la force, puis à examiner le récepteur qui l'accumule, puis le transmetteur qui l'amène au contact du sol ou des obstacles ; enfin, en voyant cette machine se mouvoir au sein d'un air calme et marcher devant elle malgré toutes les résistances, on arrive à penser qu'on est en face d'un magnifique problème dont on s'est flatté beaucoup trop tôt d'avoir la solution.

» Dès lors il faut revenir aux faits, écarter au moins provisoirement les impressions et les jugements des témoins, et former de ces faits un tableau où l'on puisse distinguer les traits essentiels au milieu de détails moins importants. En procédant ainsi, sans prévention, on arrivera sûrement au but.

» Afin de ne pas avoir de controverses sur le choix des faits et sur la manière de les disposer, je prends le tout dans l'ouvrage du Dr Reye. Voici une traduction à peine abrégée et très-fidèle des pages remarquables que ce savant physicien a consacrées à ce phénomène :

« D'ordinaire, le calme de l'atmosphère précède l'apparition des trombes comme celle des orages. Dans le Catalogue de Peltier, sur 116 mentions de trombes de terre ou d'eau, il y en a bien 83 pour lesquelles on ne dit rien du vent; mais, pour les 33 autres, il y en a 20 notées *calme*, le plus souvent *calme parfait*, *complet*, ou *calme autour*. Pour 5, le vent a été seulement *léger* ou *faible*; pour 1, il était *régulier*; enfin, pour les 7 dernières, la trombe se mouvait, avec son cortége d'arbres ou de maisons abattues, contre le vent. Quant aux trombes d'eau, Horner, très-expert en ces matières, dit formellement qu'elles ne sont jamais l'effet d'un vent général, mais que le plus souvent le calme règne autour d'elles (1).

---

(1) C'est à ces données que M. Reye fait allusion lorsqu'il m'objecte comme un fait que,

» Leur forme est quelquefois celle d'un énorme entonnoir dont la pointe est tournée en bas; le plus souvent, c'est celle d'un long tuyau, ordinairement un peu incliné ou courbé, qui s'élève vers le ciel. C'est surtout là la forme des trombes d'eau qui ont été fréquemment observées avec exactitude.

» Quelquefois la partie moyenne de ce long boyau manque ou est invisible, parce qu'il est transparent; on dirait alors deux colonnes ou cônes éloignés et tournant leurs pointes l'une vers l'autre; quelquefois le pied de la trombe manque; alors la trombe est comparée à une corne qui pendrait des nuages...

» Horner attribue aux trombes d'eau des diamètres variant de 2 pieds à 200 pieds, et une hauteur de 30 à 1500 pieds. Nous verrons qu'il existe des trombes de terre de 150 et même de plus de 1000 pieds de diamètre. D'après OErsted, la hauteur de la plupart des trombes est de 1500 à 2000 pieds, et même on est conduit à assigner à quelques-unes des hauteurs de 5000 à 6000 pieds, quand on tient compte de la distance où elles ont été vues; si quelquefois on leur assigne 30 pieds seulement, c'est qu'on a pris le bas de la trombe pour la colonne entière.

» Toutes les trombes bien étudiées se meuvent en progressant dans le même sens. Leur vitesse varie beaucoup de l'une à l'autre, depuis celle d'un piéton jusqu'à celle de 3000 pieds par minute. Les trombes immobiles sont extrêmement rares; nous n'en connaissons qu'un exemple, celle de Blanquefort, près Bordeaux, en 1787. La vitesse est d'ailleurs variable et souvent elle diffère en haut de celle d'en bas, en sorte que l'axe de la trombe prend une certaine inclinaison. La trajectoire du pied est tantôt droite, tantôt courbe, rarement en zigzag; quelquefois les trombes, dans leur course destructive, sautent des contrées entières, tout en poursuivant leur course dans les airs, pour redescendre de nouveau sur le sol, un peu plus loin.

Souvent les phénomènes électriques des orages accompagnent les trombes, mais elles exercent bien rarement elles-mêmes une action électrique, comme l'a fait celle de Chatenay (1839), que Peltier a étudiée et d'où il a tiré son hypothèse électrique.

» Plus d'une fois les trombes apparaissent en groupes. Peltier cite un cas de six trombes simultanées et trois cas de sept. Il n'est pas rare non plus d'en voir plusieurs se succéder les unes aux autres.

» Ce qui frappe le plus les témoins oculaires, ce sont les effets mécaniques des trombes. De la stupéfaction qu'elles causent vient sans doute le peu de documents qu'ils sont en état de nous transmettre sur ce qu'il y aurait d'important à connaître au point de vue météorologique. Ces effets sont limités à la zone, relativement étroite, que le pied de la trombe parcourt; les objets légers sont enlevés en l'air; des poutres, etc., ont été souvent transportées à une grande distance, et l'on a même vu retomber sur terre des feuilles vertes et

---

dans aucune trombe bien étudiée, on n'a observé de vents parallèles et de vitesses différentes qui aient pu lui donner naissance. Évidemment il y a là une méprise; ce n'est pas dans les couches basses que j'ai placé l'origine des trombes. Les dernières lignes de la lettre du Dr Reye (*Comptes rendus*, 17 novembre, p. 1181) en contiennent deux autres : 1° l'objection essentielle qui m'a été faite en 1866 vient d'Angleterre (M. Spencer, M. Balfour Steward), et non de M. Kirchhoff (Cf. *Comptes rendus*, t. LXIII, p. 234); 2° la formule de M. Spœrer n'est pas l'expression mathématique d'une loi.

des rameaux recouverts de givre; les arbres, par centaines, sont cassés ou arrachés; les maisons détruites, etc...

» Tous ces caractères se retrouvent dans la trombe de Hainichen, dans l'*Erzgebirge* saxonne, en date du 23 avril 1800.

» Ce jour-là, le vent avait changé souvent de direction; plusieurs nuées orageuses avaient déjà passé sur le ciel, lorsqu'à 1 mille environ du lieu susdit un long boyau nébuleux parut pendre d'un nuage épais; tantôt il descendait jusqu'au sol, tantôt il était retiré en haut vers le nuage. Le nuage étant en marche, ce tuyau descendit de nouveau jusqu'à terre et, en sept ou huit minutes, balaya le sol, accompagné de poussière et de débris, sur une largeur de 60 pas et une longueur d'environ 1 mille allemand (7420 mètres). Tout ce que le tourbillon toucha fut renversé, tandis qu'autour de lui régnait un calme parfait; car, entre autres preuves, une paysanne le vit à Dittersdorf, étant à sa fenêtre, renverser une chaumière voisine, sans ressentir aucun souffle d'air. A Arensdorf, commune où commença le ravage, au moment où la trombe atteignit le sol en descendant, les maisons ou les toits furent renversés. Mais c'est surtout à Dittersdorf que les ravages furent le plus violents : là, les bâtiments de la famille Philippi, construits depuis six ans seulement, furent renversés, les poutres brisées et dispersées; le toit et les grains furent jetés dans un fossé voisin, la cuisine résista seule et offrit un refuge aux habitants; les volailles, tourbillonnant dans l'air, furent tuées sans qu'on pût trouver aucun dommage à leurs plumes. Sur la ferme voisine, le tourbillon renversa deux granges et deux maisons, puis s'engagea dans une forêt peu éloignée et s'y fraya violemment un passage. Sur une largeur de 60 pieds, pas un arbre, pas une herbe ne furent épargnés; tout fut renversé ou brisé, et dans un instant apparut une large allée au travers de la forêt. Beaucoup d'arbres furent entièrement écorcés; d'autres furent transportés à quelques cents pieds de là jusqu'à la rivière voisine. Les ravages s'étendirent jusqu'à Etzdorf, près de la petite ville de Rosswein; puis le tourbillon finit par faiblir et se dissiper, non sans avoir enlevé un garçon d'écurie et ses deux chevaux, qu'il jeta, le premier dans un chemin creux, les deux autres dans un bosquet voisin. »

» Voilà donc les faits observés. Il s'en dégage clairement, comme je le disais au début, la notion d'un appareil mécanique produisant, à l'une de ses extrémités, un travail énorme, et pourtant doué d'une singulière faculté, celle de se mouvoir et de transporter avec lui la force qu'il met en jeu; mais qui ne lui est pas propre. De plus il travaille et se meut sans se déformer (1), bien qu'il soit uniquement composé de gaz en mouvement. Quand le bout de cet outil gigantesque, qui va de la Terre aux nuages ou des nuages à la Terre, touche le sol, il détruit tout, renverse les maisons et, en quelques instants, abat ou brise les arbres d'une forêt, de manière à y tracer, de part en part, une allée de 60, 100, 300 pieds de large. Si le sol s'abaisse, l'outil ne porte plus, le travail cesse, la contrée est épargnée;

---

(1) M. Faye présente à l'Académie les dessins de trombes du capitaine Maxwell, reproduits par le Dr Reye.

mais bientôt le transmetteur s'allonge, porte l'outil plus bas et le ravage recommence. Où est donc la force ainsi transmise? Est-elle en bas, est-elle en haut?

» En bas, je vois un air calme d'ordinaire. C'est souvent au sein du calme que les trombes apparaissent, se meuvent et fonctionnent. Il semble donc déjà bien douteux que la force vienne du sein de ce calme-là. En tout cas ce ne serait qu'une force répartie sur un grand espace; alors, comment s'accumule-t-elle en un point déterminé? Et ce point de concentration lui-même, comment voyagerait-il dans cette couche immobile? L'improbabilité de cette opinion ne fait que s'accroître à cet examen. Mettons-y pourtant de la bonne volonté. La seule force qui puisse exister à l'état latent dans une couche immobile, c'est la tendance ascensionnelle qu'une élévation de température anormale lui aurait imprimée. C'est assurément en chaque point de cette couche une bien faible force; mais, si l'on parvenait à les réunir toutes en un petit espace, leur somme, proportionnelle à l'étendue de la région considérée, pourrait être notable. Pour faire cette somme, la première condition est que les forces élémentaires soient empêchées de produire leur effet au lieu même où elles sont nées. Il faut que le poids et en quelque sorte la cohésion des couches supérieures s'opposent, au moins quelque temps, à l'ascension de tous les filets d'air qui d'ordinaire se produit spontanément dans un milieu fluide pour y rétablir l'équilibre. Voilà déjà une condition bien restrictive; néanmoins, l'expérience montre que, effectivement, cet état d'instabilité naît parfois et se maintient quelque temps; il répond alors au phénomène du mirage; mais il faut pour cela un calme complet. Si le vent souffle, le mélange des couches inégalement chauffées se fait continuellement; les petites forces ascensionnelles exécutent leur travail sur place.

» Ainsi nous voyons déjà que jamais une trombe ne pourra rencontrer, dans un air en mouvement, l'état de choses d'ailleurs bien précaire qui doit lui fournir sa provision de force. Or les trombes se montrent aussi bien dans des régions où le vent souffle que dans celles où le calme règne; donc il faut chercher l'origine de leur force et son aliment ailleurs que dans cette couche inférieure jusqu'ici considérée.

» Cet argument décisif nous autoriserait à arrêter là notre examen. Continuons néanmoins; examinons le seul cas admissible à toute force, celui d'un calme parfait. Pour réunir en une sorte de faisceau toutes les petites tendances ascensionnelles de cette couche, M. le D[r] Reye a conçu un moyen ingénieux, mais qui ne me semble être ni celui du plus court chemin, ni

celui de la moindre action : ce serait de décider, par une sorte d'appel vertical, toutes les parties de cette couche à se mouvoir horizontalement en convergeant vers un point déterminé pour y former une colonne d'air violemment ascendante.

» Imaginons en ce point un orifice annulaire idéal par lequel l'air affluant serait obligé de passer; vous verrez jaillir verticalement une colonne ascendante assez semblable, au premier coup d'œil, à une trombe. Une fois le premier pas fait, le mouvement s'accentuera de plus en plus, et bientôt toutes ces minimes forces, individuellement réparties sur plusieurs lieues carrées de terrain, viendront s'engouffrer, pour ainsi dire, dans le petit espace annulaire, de manière à produire tout autour des effets considérables. Cette colonne ascendante montera jusqu'aux nuages; elle y portera l'air chaud et humide du bas; celui-ci en se dilatant et en se refroidissant laissera sa vapeur d'eau se condenser et abandonnera de la chaleur au profit du mouvement ascendant. En un mot, à l'autre bout de cette colonne ascendante, il se formera un nuage où ira se cacher l'extrémité supérieure de la trombe.

» A la vérité, ce nuage marche avec vitesse et la trombe aussi. Impossible d'en donner une raison valable; mais il est toujours aisé d'en trouver une mauvaise. La cause de ce mouvement de translation se trouvera encore en bas, toujours dans la région du calme complet. Il suffit, en effet, que l'anneau idéal qui sert de base à la trombe et par où nous avons forcé l'air à monter, il suffit, dis-je, que cet anneau se déplace progressivement; la trombe suivra tant bien que mal et le nuage aussi. Or voici comment l'anneau peut marcher. Supposez que l'air affluant de toutes parts vers ce centre, suivant les rayons d'un vaste cercle, n'ait pas la même vitesse dans toutes ces directions : l'anneau de convergence aura évidemment une tendance à marcher du côté où se trouvera le courant le plus faible; son mouvement sera dû à la différence des deux vitesses diamétralement opposées, c'est-à-dire à l'excès de la vitesse maximum sur la vitesse minimum de tous ces affluents. Si la trombe se meut avec une vitesse de 50 mètres par seconde, c'est que le premier courant aura 50 mètres de plus en vitesse que le second; mais cela ne devra empêcher ni le calme de régner tout autour, ni les courants intermédiaires de suivre partout cet anneau idéal de kilomètre en kilomètre, et de s'y précipiter avec une remarquable dextérité. Ce qui est non moins remarquable, c'est que, si l'anneau dans sa marche vient à s'engager dans une forêt, ces courants convergents devront l'y suivre malgré les arbres, et le retrouver encore de l'autre côté

de la forêt comme si celle-ci n'existait pas. Enfin cet anneau vient-il à s'élever, les courants se relèveront aussi; vient-il à s'abaisser jusqu'au niveau du sol ou jusqu'à affleurer l'eau, les mêmes courants devront encore trouver le moyen de former cette colonne ascendante; car elle ne doit pas cesser, au milieu de ces péripéties, de débiter la même masse d'air et de la faire jaillir jusqu'à son nuage.

» Telle est l'accumulation d'hypothèses qui constituent la théorie des trombes ascendantes dans un air calme. Quant à celles qui se forment dans un air agité, la théorie reste muette; car il lui manque alors le semblant lui-même de l'élément essentiel, c'est-à-dire de la force.

» Certes, si quelque idée préconçue n'agissait fortement sur l'esprit des savants éminents qui admettent cette explication, ils se demanderaient comment on pourrait décider l'air de toute une vaste couche horizontale à affluer ainsi violemment vers une étroite ouverture idéale. Ce n'est pas, sans doute, parce qu'une première file de molécules y aurait passé que toutes les autres, dans un rayon de plusieurs lieues, se verraient forcées d'en faire autant. Cette conception est bien éloignée, en effet, de l'idée que nous nous faisons des lois de la nature, laquelle ne dépense pas un travail formidable lorsqu'il lui est si facile d'arriver au but à peu de frais; car, en fin de compte, il ne s'agit ici que de rétablir l'équilibre, un peu dérangé pour le moment, d'une couche d'air. On voit qu'il a fallu, à seule fin d'étayer l'hypothèse des trombes ascendantes, imaginer tout exprès une mécanique bien peu admissible rien que pour le gros du phénomène; il a fallu ensuite à chaque trait nouveau imaginer de nouvelles ressources non moins singulières, le tout pour aboutir à laisser de côté, sans la moindre explication, les phénomènes les plus caractérisés, tels que celui d'une trombe en marche contre le vent inférieur.

» Si, au contraire, on examine les faits sans prévention, que trouve-t-on dans le simple récit des faits bien connus qu'on vient de lire?

» Voilà une véritable machine: d'un côté la force, de l'autre le travail produit. Si l'on reconnaît que la force ne saurait être en bas, *là où il n'y a pas de mouvement*, on n'a qu'à lever les yeux et à regarder l'embouchure de la trombe. Là les nuages orageux, en marchant sur nos têtes avec une grande vitesse, nous avertissent qu'il y a de la force en haut. L'orage arrive, et c'est alors aussi que les trombes paraissent d'ordinaire; elles ont dû (que l'orage éclate ou non) se former en haut, aux dépens de ces vastes courants qui ont envahi les régions supérieures. Non pas que les courants engendrent d'eux-mêmes des trombes; mais nous savons par l'exemple journalier

de nos cours d'eau que, partout où un fluide se meut horizontalement sous forme de courant, il suffit d'une différence de vitesse, d'une tranche à l'autre, pour donner naissance à un mouvement gyratoire.

» Or ce mouvement gyratoire, qui peut englober de vastes espaces, ramasse et fait converger vers un centre ces inégalités de vitesse *préexistantes;* il les somme pour ainsi dire en un tourbillonnement dont la rapidité va en croissant vers le centre, et transmet de couche en couche toute cette force vive, jusqu'à ce qu'elle aille s'épuiser en bas sur des obstacles. Dans l'air, cette sommation et ce transport sont mille fois plus faciles que dans l'eau; la perte due aux frottements est nulle, voilà toute la différence.

» Cela posé, voyons ce que devient cette force dans l'entonnoir de la trombe. Elle se propage par en bas dans cette longue colonne de 2000 à 5000 pieds de haut (d'après Œrsted); c'est comme une gigantesque tarière qui perce les couches successives de l'atmosphère et qui parvient enfin au sol sans avoir presque rien perdu de son énergie. Au moment où elle le touche, elle agit contre sa résistance et produit un travail dévastateur, stricte représentation de la force vive qu'elle a emmagasinée par en haut (1). Si elle rencontre une vallée où sa pointe cesse de toucher le sol, le travail cesse aussitôt; mais alors la pointe recommence à descendre et ne tarde pas à reprendre son ravage. Celui-ci est étroitement limité au cercle que le pied de la trombe embrasse; cependant l'air froid qui s'en échappe et se réchauffe rebondit sur le sol et remonte tumultueusement tout autour de la trombe. Aussi la voyons-nous sur terre entourée, au pied, d'un nuage de poussière ascendante, et sur mer d'un nuage d'écume. C'est ainsi qu'elle entraîne en haut des corps légers, après les avoir glacés de son souffle; mais jamais elle ne les fait passer par son canal, comme l'ont cru tant de témoins (2). Il lui importe peu d'opérer dans un air calme ou dans un air en mouvement; elle suit le mouvement de son entonnoir, c'est-à-dire du courant supérieur qui l'alimente. Elle marche comme les nuages orageux, ou plutôt comme le courant lui-même et avec sa vitesse moyenne, car c'est elle qui est chargée d'épuiser contre le sol les inégalités de ce courant.

» Si ces inégalités viennent à s'affaiblir, la trombe perd de son énergie; elle cesse de s'appuyer sur le sol; elle remonte peu à peu et semble ainsi suspendue un moment comme une corne, toute prête néanmoins à recommencer, si le courant d'en haut éprouve çà et là des résistances ou des remous.

(1) Sauf le travail accompli pour amener en bas une masse d'air notable d'en haut.

(2) C'est l'analogue de la phase ascendante dans la circulation de l'hydrogène solaire.

» Ce serait assurément un des plus beaux problèmes de la Mécanique des fluides que celui d'interpréter par l'analyse le fonctionnement de ce merveilleux mécanisme où j'ai eu le plaisir de retrouver l'an dernier, jusque dans les détails, les phénomènes caractéristiques des taches du Soleil. Si les mêmes lois mécaniques régissent notre atmosphère et la masse gazeuse du Soleil, je n'ai pas eu tort d'identifier les trombes de cet astre avec les nôtres et d'affirmer que les nôtres devaient être descendantes, puisque celles du Soleil le sont. On voit maintenant que les faits terrestres, loin d'y contredire, l'affirment également.

» Puisque me voilà ramené au point de départ, je demande la permission d'ajouter quelques mots pour dire que nos discussions, du côté de l'Allemagne, ont singulièrement progressé ces jours-ci, grâce à la lettre du Dr Reye et surtout à un récent Mémoire que M. Zœllner vient de publier.

» Je constate d'abord qu'en Allemagne on accepte aujourd'hui la profondeur des taches; ni M. Zœllner ni M. Reye ne les posent sur la photosphère, mais ils les cachent dans son épaisseur. Le *trichterartig vertieft* donne enfin raison à mes premiers travaux et tort à l'hypothèse des nuages.

» Par là, la théorie de M. Reye échappe désormais à mon objection; mais elle vient de succomber sous celles de M. Zœllner. En effet, en mettant son tourbillon ascendant dans la photosphère, M. Reye revient aux éruptions de Wilson que les objections des physiciens anglais m'avaient autrefois obligé d'abandonner, et M. Zœllner lui prouve, en quelques mots, que le noyau de ses tourbillons *ascendants* ne serait pas noir, mais aussi brillant au moins que la photosphère.

» Reste la théorie de M. Zœllner; mais malgré la science profonde que cet éminent physicien et astronome a dépensée pour corriger et soutenir la vieille et peu heureuse hypothèse des scories, il a fatalement abouti à une impossibilité que l'on peut considérer comme son dernier mot. »

HYDRODYNAMIQUE. — *Observations sur la Communication de M.* Faye; par M. le général **Morin**.

« Sans prétendre intervenir dans la question des trombes, que vient de traiter M. Faye, je crois utile d'appeler son attention sur les phénomènes, en quelque sorte inverses, quoique analogues, que présentent les tourbillonnements qu'occasionnent, sur les grands fleuves, les ouvrages d'art ou d'énormes rochers en saillie sur les rives.

» Ces obstacles, en entravant la marche du courant, déterminent

d'amont en aval une dénivellation et, par suite, une accélération de vitesse dans leur voisinage. Les filets fluides, qui s'écoulent ainsi plus obliquement et rapidement que ceux de la masse générale, occasionnent des tourbillonnements qui apparaissent à la surface sous forme de cônes curvilignes évasés, dont les parois sont animées d'un mouvement gyratoire rapide.

» Lorsque des corps flottants, des nacelles légères même, se trouvent engagés près de ces parois, la diminution de pression, que détermine vers l'axe la force centrifuge, produit l'effet d'une sorte d'attraction qui les entraîne dans cette espèce de gouffre béant, où ils se précipitent et disparaissent.

» Les bateliers des grands fleuves connaissent ce danger et savent que le seul moyen d'échapper à la perte, quand on est saisi par le tourbillon, est de se laisser couler vers le fond, où son action cesse à peu près de se faire sentir, puis de chercher à regagner, le plus loin possible, la surface de l'eau, en nageant horizontalement pour s'éloigner.

» Les remous, qui se produisent en aval des obstacles dont je viens de parler, présentent aussi à la navigation des fleuves des difficultés assez sérieuses. Les bateaux ou les nacelles qui sont une fois engagés dans ces eaux tournoyantes, tantôt dans le sens général du courant, tantôt en sens contraire, ont souvent beaucoup de peine à s'en dégager et à poursuivre leur route. Les vieux pontonniers qui avaient fait la campagne de Wagram, où ils jetèrent quatorze ponts sur le Danube, m'ont raconté jadis qu'un convoi d'une douzaine de bateaux, qu'ils conduisaient sur ce fleuve rapide, fut arrêté tout un jour dans un de ces remous, où il tournoyait sans cesse sur lui-même. Ils n'étaient parvenus à en sortir qu'à l'aide de chevaux de halage. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Septième Note sur le guano;* par M. E. **Chevreul.**

« Dans cette Note je me propose de faire connaître un sel formé d'*acide phosphorique,* d'*ammoniaque de potasse* et d'*eau,* que je n'avais point encore rencontré dans les guanos dont j'ai parlé sous la désignation des n°s 4, 5 et 6, et en outre quelques faits relatifs à l'*acide avique* et à un autre *acide volatil* dont l'odeur se rapproche de celle de l'acide phocénique.

§ I. — *Phosphate ammoniaco de potasse hydraté.*

» J'ai obtenu ce sel d'une cristallisation lente de l'eau mère d'une première cristallisation; il s'est produit dans le premier lavage d'un guano

que m'avait remis M. Barral, et que je distingue des précédents par le n° 7.

» Ce sel est en cristaux plus volumineux, plus décidément prismatiques que les cristaux obtenus des premiers lavages du guano 4, 5 et 6.

» A l'état de pureté ils sont incolores et parfaitement limpides.

» Ils sont plutôt alcalins à l'hématine qu'acides.

» Ils précipitent l'azotate d'argent en jaune citrin, comme le font les phosphates tribasiques.

» Ils précipitent en blanc le chlorure de baryum; le précipité est soluble dans l'acide chlorhydrique étendu.

» Chauffés dans un tube de verre, ils éprouvent d'abord la fusion aqueuse; de la vapeur d'eau se dégage avec de l'ammoniaque, et une fumée blanche se condense à l'état solide.

» Le résidu de la distillation, fondu en verre, dégage de fines bulles gazeuses probablement ammoniacales; enfin il présente une matière vitreuse soluble dans l'eau, très-acide au papier bleu de tournesol. Restait à savoir si c'était de l'acide phosphorique pur ou uni à une base fixe.

» On décomposa par l'eau de baryte pure 10 grammes de sel dissous dans l'eau. Il fallut employer un assez grand excès de baryte pour précipiter la totalité de l'acide phosphorique, par la raison qu'il restait dans la solution de l'ammoniaque et, comme je vais le dire, de la potasse, de sorte qu'après la précipitation de l'acide phosphorique il fallut faire passer de l'acide carbonique, afin de précipiter l'excès de la baryte. Après avoir filtré la liqueur, évaporée de l'eau et de l'ammoniaque, on obtint un résidu de potasse précipitant immédiatement le chlorure de platine.

» J'y recherche maintenant la présence de la soude au moyen du chlorure de platine.

» Enfin le phosphate de baryte, décomposé par l'acide sulfurique, donna de l'acide phosphorique parfaitement caractérisé.

» J'ai dit que le sel précédent avait été obtenu par une cristallisation lente de l'eau mère d'une première cristallisation. Celle-ci s'était produite lors de la concentration du premier lavage du guano n° 7 dans le vide, séché par l'acide sulfurique; il va sans dire qu'il s'était d'abord dégagé une quantité notable de carbonate d'ammoniaque qui m'avait obligé à renouveler l'acide.

» Quoi qu'il en soit, il s'était produit, dans le vide, des cristaux plus minces et plus allongés que les précédents.

» Ce sel ne m'a pas paru absolument leur identique, quoique conte-

nant certainement de l'acide phosphorique, de l'ammoniaque, de la potasse et de l'eau.

» 30 grammes de sel, à la vérité coloré, mis avec 10 grammes d'eau, ont fait une légère effervescence due à de l'acide carbonique, comme le prouve le petil appareil que je mets sous les yeux de l'Académie. Du reste, je remarque que des cristaux d'*oxalate ammoniaco de potasse*, obtenus avec d'autres guanos, présentent le même phénomène; ils retiennent donc, comme les précédents, du carbonate d'ammoniaque effervescent.

» Les cristaux du phosphate ammoniaco de potasse dont je parle maintenant, qui avaient été lavés à l'eau distillée, puis pressés entre du papier joseph, distillés dans un tube de verre, ont décrépité, dégagé de la vapeur d'eau ammoniacale, du carbonate d'ammoniaque qui a cristallisé. Il est resté un résidu noir qui, dans le tube, est devenu d'une blancheur parfaite; en se tuméfiant, ce résidu m'a paru du phosphate de potasse, peu acide en comparaison du précédent.

» Je ne puis donc le considérer en ce moment comme identique au précédent, quoique je ne puisse y méconnaître ni l'acide phosphorique, ni l'ammoniaque, ni la potasse.

§ II. — *Quelques faits relatifs à l'acide avique et à un acide volatil d'odeur phocénique.*

» J'ai obtenu, en concentrant dans une cornue un lavage fort odorant du guano n° 7, un produit ammoniacal qui renfermait certainement de l'*acide avique* avec de l'*acide carbonique.*

» Après avoir précipité par l'eau de baryte l'acide carbonique de ce produit, j'ai fait évaporer la liqueur; je l'ai filtrée pour en séparer du sous-carbonate de baryte, et la liqueur filtrée m'a donné un résidu incolore d'odeur avique franche.

» Enfin j'ai obtenu, d'un autre traitement, de l'avate de baryte qui, décomposé par l'acide phosphorique, m'a présenté des gouttes d'apparence huileuse douées de l'odeur avique parfaitement franche de toute autre. J'espère que bientôt je pourrai décider si l'odeur avique est inhérente à ce produit, car c'est la première fois que je l'ai obtenue du guano.

» *Acide volatil ayant une odeur phocénique.* — Il existe dans le guano un autre acide volatil que l'acide avique, et que l'odeur phocénique en distingue complétement.

» Cet acide forme, avec la baryte, un sel très-soluble dans l'eau. La solution peut prendre la forme sirupeuse et même l'apparence vitreuse; mais,

après quelques jours, le sel se prend en cristaux présentant de larges feuillets dendritiques du plus bel éclat. Je dépose sur le bureau une capsule dont le fond est tapissé de cristallisations et dont l'odeur est bien distincte de celle de l'acide avique que j'ai dans un tube.

» Je suis porté à penser que l'avate de baryte est susceptible de cristalliser comme le sel précédent, mais l'odeur démontre qu'elle n'est pas phocénique.

» Enfin j'ai obtenu, d'un produit acide volatil du guano saturé par la baryte, un sel qui cristallise à l'état sirupeux ou vitreux, dont l'odeur n'est pas avique, et qui ressemble, par ses étoiles formées d'aiguilles satinées, à un des acides que j'ai trouvés dans le suint et parmi les acides volatils des cadavres.

» L'examen du guano n° 7, quoique présentant des différences qui le distinguent des guanos 4, 5 et 6, confirme les considérations que j'ai émises pour expliquer les bons effets du guano en agriculture.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

OPTIQUE. — *Double réfraction. Directions des mouvements vibratoires des rayons réfractés dans les cristaux uniaxes.* Mémoire de M. **Abria**. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« J'ai eu l'occasion de m'assurer, dans le cours des expériences relatives à la vérification de la loi d'Huyghens, qu'il y a quelquefois une grande différence entre les azimuts des plans de polarisation du rayon incident, correspondant à l'extinction du rayon ordinaire ou extraordinaire réfracté, suivant que l'incidence est normale ou oblique. J'ai pensé qu'on pouvait déduire de cette différence une vérification de la théorie de la double réfraction donnée par Fresnel, et j'ai fait, à ce point de vue, quelques expériences que je soumets au jugement de l'Académie.

» D'après cette théorie, pour avoir la direction des vibrations ordinaire et extraordinaire correspondant à un rayon incident, il suffit de décrire, en prenant pour centre le point d'incidence, l'ellipsoïde inverse des vitesses, ou ellipsoïde de Plücker, et de faire dans la surface, par le même centre, deux sections parallèles, l'une au front de l'onde ordinaire, l'autre à celui de l'onde extraordinaire. Les deux axes, d'espèces différentes, des ellipses ainsi obtenues sont les directions cherchées.

» Si l'on représente par ψ_0 et ψ_i les azimuts des plans de vibrations du rayon incident lorsque le rayon réfracté extraordinaire disparaît sous l'incidence normale et sous l'incidence i, on trouve entre ces deux quantités la relation

$$\tang\psi_i = \frac{\cos\rho}{\cos\psi_0\cos(i-\rho)}\left(\sin\psi_0 + \frac{\tang\rho}{\tang\gamma}\right),$$

ρ étant l'angle de réfraction qui répond à l'angle i, et γ l'angle des portions intérieures de l'axe et de la normale à la face d'incidence.

» Sur quinze expériences, faites avec deux prismes de spath et de quartz, la différence entre le calcul et l'observation varie entre quelques minutes et 3 degrés. Je me borne à en citer ici quelques-unes.

Variation de l'azimut d'extinction, lorsqu'on passe de l'incidence normale à l'incidence oblique.	ψ_i observé.	ψ_i calculé.	
25°.42'..............	14°. 3'	16°.46'	Spath.
122.30..............	19.33	16.46	Spath.
37.27..............	1.14	2.51	Spath.
17.33..............	0.43	0.46	Quartz.
16.46..............	57. 6	57.15	Quartz.

OPTIQUE. — *Étude analytique et expérimentale des interférences des rayons elliptiques.* Mémoire de M. **Croullebois**, présenté par M. Fizeau. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« Je me suis proposé, dans ce Mémoire, d'étudier analytiquement et de vérifier, par voie expérimentale, les phénomènes nombreux qui caractérisent les interférences des rayons elliptiques diversement orientés et de gyration semblable ou contraire. La polarisation elliptique, comme on sait, forme la transition entre la polarisation rectiligne et la polarisation circulaire, ces deux cas particuliers extrêmes du phénomène fondamental. Or les conditions d'interférence des rayons polarisés rectilignement ont été définies par Arago et Fresnel, et constatées par les expériences de MM. Fizeau et Foucault; les conditions d'interférence des rayons circulaires ont été établies d'abord par Fresnel, et plus tard, dans toute leur généralité, par les travaux de Babinet et de M. Billet. J'ai eu en vue d'effectuer une étude analogue sur les rayons elliptiques, soit en employant des procédés nouveaux, soit en utilisant les méthodes d'investigation créées par ces physiciens.

» Sans introduire aucune restriction dans le fond même du sujet, on peut supposer les deux ellipses semblables. Alors, si l'on prend pour axes coordonnés les deux droites rectangulaires qui sont les bissectrices des angles formés par les axes homologues des deux ellipses considérées, les équations des deux rayons elliptiques s'écrivent :

$$\begin{cases} x = \sqrt{a^2 \cos^2 \omega + a'^2 \sin^2 \omega} \cos \xi, \\ y = \sqrt{a^2 \sin^2 \omega + a'^2 \cos^2 \omega} \cos(\xi - \varphi), \end{cases}$$

$$\begin{cases} x_1 = \quad \mathrm{K} \sqrt{a^2 \cos^2 \omega + a'^2 \sin^2 \omega} \cos \xi, \\ y_1 = -\mathrm{K} \sqrt{a^2 \sin^2 \omega + a'^2 \cos^2 \omega} \cos(\xi \mp \varphi), \end{cases}$$

2ω étant l'angle d'écartement des axes, K le rapport de similitude, l'anomalie φ étant donnée par la relation

$$\operatorname{tang} \varphi = \frac{2aa'}{(a^2 - a'^2) \sin 2\omega}.$$

Dans la dernière formule, le signe — fournit un rayon de gyration contraire à celle du premier, et le signe + un rayon de gyration semblable.

» Le Mémoire que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie comprend la discussion du cas général; je me bornerai ici à l'examen de quelques cas particuliers remarquables, accessibles à l'expérience :

» 1° Elliptiques parallèles directs;

» 2° Elliptiques parallèles inverses;

» 3° Elliptiques rectangulaires d'Airy, égaux et inégaux.

» Dans l'interférence de deux rayons elliptiques parallèles, directs et superposables, le rayon résultant est elliptique; son orientation et sa gyration sont les mêmes que celles des ellipses caractéristiques des rayons constituants. L'ellipse définitive, restant semblable à elle-même, acquiert un maximum d'amplitude et devient évanouissante pour des valeurs périodiques du retard géométrique ρ.

» L'interférence de deux rayons elliptiques parallèles, inverses et superposables se traduit par un retour perpétuel à la polarisation rectiligne et par une rotation du plan de polarisation dont l'angle Ω est donné par la relation

$$\operatorname{tang} \Omega = \frac{a'}{a} \operatorname{tang} \frac{\rho}{2}.$$

» Ces deux cas d'interférence ont été vérifiés à l'aide de l'appareil des demi-lentilles de M. Billet.

» Pour le troisième cas d'interférence, la théorie indique que, si l'une des ellipses est entièrement enfermée dans la plus grande, le rayon résultant est toujours elliptique sans retour à la polarisation rectiligne. Cette dernière apparaît, et une seule fois dans l'intervalle d'une période, dès que la seconde ellipse devient tangente à la première ; elle se produit deux fois dans le même intervalle si les ellipses caractéristiques se coupent. Pour opérer ces vérifications, je me suis servi d'un assemblage de deux de mes *biprismes biréfringents elliptiques*, disposés de manière à détruire mutuellement la déviation qu'ils impriment aux rayons. Si l'on regarde suivant l'axe, à travers cet appareil, une glace noire sous l'angle de polarisation, et qu'on intercale un Nicol entre le biprisme et l'œil, on découvre de très-belles franges, sur lesquelles on peut reconnaître les caractères indiqués par la théorie, caractères variables avec l'orientation du miroir polarisateur, par rapport à celle des azimuts principaux de l'appareil biréfringent et à celle de la section principale de l'analyseur. Il y a lieu de considérer trois espèces de franges, que l'on peut encore produire en recourant aux anneaux des lames minces, en visant, par exemple, aux anneaux réfléchis sous l'angle de polarisation, après avoir interposé entre les anneaux et l'œil un quartz oblique épais. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Sur l'emploi des tuyaux de plomb pour la conduite des eaux potables*. Extrait d'une Lettre de M. E. DE LAVAL à M. le Président.

(Commissaires : MM. Chevreul, Dumas, Balard, Peligot, Wurtz, Belgrand.)

« ..... De la divergence des opinions émises sur la question de l'emploi des tuyaux de plomb pour la conduite des eaux potables, il me paraît impossible de conclure à l'innocuité du plomb. Tout au plus pourrait-on prétendre que cette question a été jusqu'ici imparfaitement connue, et que les faits contradictoires qui ont été signalés sont dus à des circonstances spéciales qui peuvent en faire concevoir les variations. Mais il faut reconnaître que, si le mal n'existe pas à l'état permanent, il est au moins possible, et qu'il serait utile de prendre des mesures pour faire disparaître le danger. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Sur les diverses conditions dans lesquelles le plomb est attaqué par l'eau.* Note de M. **Ad. Bobierre.** (Extrait.)

(Renvoi à la même Commission.)

« J'ai pu constater, à bien des reprises, que le plomb, toutes choses égales d'ailleurs, s'altère surtout dans des tuyaux où l'action de l'eau est aidée par celle de l'air.

» Lorsqu'un doublage de navire est piqué et corrodé, tous les navigateurs savent que l'usure a surtout lieu à la ligne de flottaison ou dans les portions fouettées par l'eau aérée, c'est-à-dire *là où il y a action alternative de l'eau, de l'oxygène et de l'acide carbonique;* les portions de doublage complétement immergées sont, au contraire, les moins usées.

» Un fait analogue a été l'objet de mes études, dans une expertise : un réservoir en plomb, de très-belle qualité et servant dans un établissement hydrothérapique, était *piqué* rapidement et mis hors de service. L'analyse et l'examen physique du métal me démontrèrent qu'il était de fabrication et de laminage irréprochables; mais le bassin était fréquemment et complétement vidé, puis ensuite rempli à l'aide d'un jet de liquide tombant d'une hauteur de 1 mètre et s'écrasant littéralement à la surface du plomb. En pareil cas, le phénomène d'oxydation et de carbonisation était maximum.

» Ayant été ultérieurement appelé à constater des phénomènes d'empoisonnement saturnin très-intense dans une propriété voisine de Nantes, je m'aperçus que, si le tuyau de conduite de l'eau était recouvert d'une couche boueuse d'hydrocarbonate de plomb, c'est que, par sa position et ses nombreuses inflexions, ce tuyau offrait des chambres à air et, par suite, toutes les conditions voulues pour activer l'oxydation.

» A Nantes, les tuyaux de répartition des eaux alimentaires sont en plomb, et, bien que le liquide contienne à peine des traces de calcaire, il n'y a pas d'accidents, à la condition essentielle que le métal soit toujours immergé.

» Les hygiénistes savent que les eaux consommées par les marins, à bord des navires pourvus de cuisines distillatoires, sont souvent plombifères. Il est facile de démontrer, ici encore, que l'altération du métal est surtout causée par l'action simultanée de l'eau et des gaz qui s'en dégagent pendant la distillation. Pour m'en assurer, j'ai distillé de l'eau de mer, comme l'avait fait avant moi M. le Dr Lefèvre, à Brest, et j'ai vu que, au

contact de serpentins en plomb pur ou en plomb étamé par simple contact avec de l'étain en fusion, l'eau distillée obtenue était très-plombifère. Si l'on introduisait dans la cucurbite quelques grammes de lait de chaux, le produit distillé ne renfermait plus que des traces de métal vénéneux. La même opération, effectuée à l'aide de serpentins ne renfermant que 10 de plomb pour 90 d'étain, a fourni de l'eau plombifère ou pure, selon que la distillation était conduite avec ou sans lait de chaux, à la condition toutefois de perdre les premiers produits de l'opération. Ces résultats s'expliquent facilement lorsqu'on réfléchit que le chlorure de magnésium de l'eau de mer (je pourrais ajouter les iodures, bromures et sulfures) donne lieu, par l'ébullition, à des émanations attaquant d'autant mieux le plomb qu'elles sont aérées et élevées à la température de 100 degrés.

» Donc, *à l'exception des eaux pluviales ou distillées,* les eaux potables n'attaquent en général les tuyaux de plomb d'une manière sensible que *si la surface métallique est alternativement en contact avec l'air et avec l'eau.*

» Une autre série de recherches m'a conduit à cette autre conclusion, que la plus grande quantité de matière vénéneuse d'un liquide plombifère obtenu par le contact de l'eau ordinaire avec des tuyaux de plomb est *en suspension,* et que, dans certains cas, la filtration de cette eau *sur du calcaire* lui ôte toute propriété vénéneuse. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Sur l'emploi des tuyaux de plomb pour la conduite et la distribution des eaux destinées aux usages alimentaires.* Note de M. **Champouillon**, présentée par M. Larrey.

(Renvoi à la même Commission.)

« Toutes les casernes, tous les hôpitaux militaires de Paris sont pourvus d'eaux potables, conduites et distribuées par des tuyaux de plomb; ces eaux proviennent de la Seine, de la Marne, de la Dhuis, du canal de l'Ourcq et du puits artésien de Grenelle. De 1845 à 1869, sur un effectif de 108000 militaires malades, reçus dans les hôpitaux du Val-de-Grâce, du Gros-Caillou, de Saint-Martin, il n'a pas été signalé un seul cas d'intoxication saturnine, à un degré quelconque. Tous les ans, depuis la seconde quinzaine d'août jusqu'à la fin de septembre, la garnison de Paris souffre plus ou moins de la dyssenterie; mais ces petites endémies, à la production desquelles l'eau des casernes n'est pas absolument étrangère, ne présentent jamais aucun des caractères propres à l'intoxication saturnine, laquelle se distingue d'ailleurs par d'autres symptômes.

» L'intoxication saturnine ne serait possible que dans les circonstances exceptionnelles où les troupes s'abreuveraient d'eaux *pluviales* conservées dans des récipients en contact avec le plomb. Il se forme alors, et plus rapidement que dans l'eau distillée, c'est-à-dire en quelques heures, du carbonate de plomb hydraté pouvant être entraîné par l'écoulement du liquide.

» Dès que les eaux potables contiennent, par litre, de 15 à 20 centigrammes de sels minéraux, et particulièrement de sels de chaux, tout danger d'empoisonnement par les conduites de plomb est absolument nul. Il se fixe sur la surface interne de ces conduites un sédiment terreux, lequel suffit, ne serait-il que de l'épaisseur de l'épiderme, pour mettre obstacle à une réaction quelconque entre l'eau et le métal, de sorte que l'on peut dire des tuyaux de plomb que, plus ils servent, mieux ils valent. Des échantillons de l'eau de la Seine, de la Marne, du canal de l'Ourcq, de la source d'Arcueil, du puits de Grenelle, dans lesquels plongent, depuis douze ans, de larges feuilles de plomb, sont restés parfaitement limpides; rendus acides par quelques gouttes d'acide chlorhydrique et traités ensuite par une solution concentrée de gaz sulfhydrique, ils ne donnent absolument aucun signe de réaction.

» Les eaux potables qui alimentent les casernes de Paris contenant de 15 à 60 centigrammes de principes salins en dissolution, il est naturel que le personnel de la garnison n'ait jamais offert un exemple d'intoxication saturnine. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Nouvelle réponse à M.* Colladon, *à propos du procédé de condensation des matières liquéfiables tenues en suspension dans les gaz;* par MM. **É. Pelouze** et **P. Audouin.**

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« Dans notre précédente réponse à M. Colladon, nous disions : « Les » explications données par M. Colladon s'appliquent aux phénomènes » tels qu'ils se produisent dans les appareils laveurs employés depuis long- » temps dans l'industrie du gaz et non au principe sur lequel est construit » notre condensateur. »

» Les dernières observations de M. Colladon (*Comptes rendus*, p. 1162 de ce volume) confirmant pleinement notre manière de voir, nous ne poursuivrons pas cette discussion devant l'Académie. »

ZOOLOGIE. — *Sur les pigeons voyageurs revenus à Paris pendant le siége.* Note de M. W. DE FONVIELLE. (Extrait.)

(Commissaires : MM. Milne Edwards, de Quatrefages, E. Blanchard, de Lacaze-Duthiers.)

« L'auteur, en s'appuyant sur des documents officiels, montre qu'on a beaucoup exagéré la portée réelle des services rendus par les 73 pigeons rentrés, au moins en ce qui concerne la correspondance officielle. Le nombre des courriers aériens qui ont pu exercer une influence utile sur le mouvement des armées de défense doit être réduit de 73 à 16, si l'on défalque : 1° les arrivées de septembre, époque d'installation du service ; 2° les pigeons égarés ; 3° les dépêches expédiées en double ou triple.

» Le nombre des ballons ayant fourni des pigeons de retour doit être réduit à 20, dont l'auteur donne la nomenclature ; 43 ballons ont été inutiles à ce service. Parmi les 20 ballons utiles à la correspondance aérienne, 3 avaient été lancés en septembre ; 7 n'ont fourni qu'un seul pigeon.

» Le ballon qui a fourni le plus de pigeons utiles est le *Général-Uhrich*, qui en avait emporté 36, sur lesquels 14 sont revenus. Ce ballon, parti le 14 novembre, à 11 heures du soir, est resté en l'air toute la nuit et n'a fait sa descente qu'à 8 heures du matin. En cinq heures, il n'avait fait que 23 kilomètres, parce qu'il s'était trouvé ballotté entre deux courants de sens contraire. C'est grâce au patriotisme des habitants de Luzarches et des aéronautes qu'il a pu être soustrait à l'ennemi.

» On verrait, dans une étude approfondie des deux branches du service aérien, la preuve qu'il est trop tard d'attendre que l'on soit sous le feu de l'ennemi pour organiser un art, si conforme au génie français, d'une façon satisfaisante ; ni le patriotisme, ni le courage, ni le dévouement à la patrie ne peuvent suppléer aux connaissances spéciales que l'étude seule permet d'acquérir.

» L'auteur termine par une citation de Pline, qui prouve que l'usage des pigeons voyageurs, en temps de guerre, était connu des Romains. Decimus Brutus, un des meurtriers de César, fit usage des pigeons voyageurs pour communiquer avec le camp des consuls, qui cherchaient à le délivrer de Marc-Antoine, par qui il était assiégé dans Modène. Marc-Antoine fut obligé de lever le siége.

VITICULTURE. — *Note sur les mœurs du Phylloxera;* par M. **Max. Cornu**, délégué de l'Académie.

« Une opinion accréditée chez beaucoup de viticulteurs, et qui est loin d'être déraisonnable, attribue les désordres produits par le Phylloxera à une substance irritante dégurgitée par lui; on admet volontiers que les renflements sont déterminés par ce liquide spécial, « ce venin », déposé par l'insecte dans le tissu des radicelles, au fond de la piqûre; que ce venin, à la manière de celui des moustiques sur la peau de l'homme, détermine une irritation dont la conséquence est une hypertrophie. Les formations qui en résultent doivent, selon cette hypothèse, finir par mourir et se décomposer, sous l'action du venin demeuré dans la place.

» Les hémiptères ont en général des glandes salivaires très-développées, et quelques-uns sécrètent un liquide plus ou moins âcre et brûlant (on connaît l'effet produit par la punaise des lits). On expliquerait par l'action d'un pareil liquide la production des galles sur les feuilles, celle des renflements des racines et des renflements des radicelles qui diffèrent à plus d'un titre des précédents; mais cette hypothèse, vraisemblable au premier coup d'œil, est-elle nécessaire? N'est-elle pas discutable? Ne peut-on pas la combattre par de bons arguments? Je vais essayer de prouver qu'on peut la rejeter, en attendant des preuves directes.

» Les racines de la vigne, lorsqu'elles atteignent un diamètre supérieur à 3 et 4 millimètres, ne présentent plus de renflements, et cependant on voit souvent sur les grosses racines un nombre considérable de Phylloxeras. Ils sont groupés ou alignés dans les crevasses de l'écorce, les uns à côté des autres, et, s'ils déversaient un liquide âcre, irritant, ils devraient, réunis en masse, produire des perturbations considérables, une segmentation des éléments du tissu cortical. Dira-t-on que l'écorce y est formée de cellules moins jeunes; mais on sait que chaque année l'ancienne écorce est exfoliée par le moyen d'une couche subéreuse nouvelle qui se développe au-dessous d'elle et qu'une écorce de nouvelle formation prend sa place. L'effet produit se borne à la coloration de certains réservoirs de gomme, comme je l'ai dit dans une Note déjà ancienne; mais des preuves d'un autre ordre peuvent être fournies, et elles sont tirées des hypertrophies elles-mêmes.

» Sans nous occuper de la constitution anatomique des renflements radicellaires dont il n'a pas encore été question, rappelons ce qui a été dit sur la structure des galles des tiges et des vrilles (*Compte rendu* du

20 octobre dernier). Ces galles sont produites uniquement aux dépens d'une portion du tissu cortical autour du Phylloxera et non immédiatement au-dessous de lui. Ce n'est pas sa présence en ce point qui détermine cette dépression, puisque, comme on l'a vu dans une Note précédente, on voit cette même dépression se former sur une radicelle après le départ de l'insecte. Ce n'est pas non plus un excès tout local de liquide âcre concentré en un point; car, dans les cellules, de plus en plus distantes de ce point où l'effet de cet excès devrait s'atténuer, l'hypertrophie arrêtée devrait se produire de nouveau; il n'en est rien, quoique, juste en face de l'insecte, au-dessous de quelques assises de tissu cellulaire, se trouve la zone génératrice de la tige ou de la vrille : cette zone ne donne pas naissance, comme dans les racines grêles, à de nouvelles formations.

» L'action d'un liquide irritant ne paraît donc pas nécessaire à invoquer; ces derniers faits sembleraient même démontrer qu'il n'en est pas déversé dans les cellules. A quoi bon faire une hypothèse que l'explication des effets produits n'exige pas encore?

» Une action purement mécanique permet de se rendre compte des segmentations cellulaires et de la production du tissu nouveau. Ne voit-on pas tous les jours des exemples d'actions pareilles? On connaît les effets produits sur les arbres par une corde, un fil de fer, une liane, par un corps étranger qui les comprime; la rupture, l'écrasement, même partiels, sans adjonction de substance irritante, déterminent des phénomènes de soudure et d'hypertrophie très-remarquables, des altérations qui s'étendent bien au delà de la partie atteinte, qui modifient les parties les plus intimes de la fleur encore à venir et en détruisent la coloration et même la symétrie. Et pourtant, dans les cas cités, l'action est localisée et s'exerce sur des organes en partie formés et consolidés; elle sera plus complète, plus énergique si elle s'applique sur l'ensemble des parties d'une zone en pleine voie de formation, telle que le point végétatif de la radicelle.

» A cette action mécanique il faut joindre l'absorption du contenu des cellules; or cette absorption seule, quoique faible, peut produire des effets considérables; on pourrait citer comme exemple les hypertrophies produites par certains champignons entophytes. Le *Synchitrium mercurialis*, petit parasite unicellulaire qui vit aux dépens des feuilles de la mercuriale vivace, occupe une cellule unique; il absorbe le plasma des cellules voisines, non pas avec un suçoir et en perforant leurs parois, mais par simple endosmose; il détermine cependant une excitation cellulaire assez forte pour produire autour de lui une sorte de galle saillante au-dessus du

niveau de la feuille; on pourrait rapporter un grand nombre d'autres exemples.

» Il paraît donc que la piqûre du suçoir et l'absorption du plasma des cellules perforées sont des causes suffisantes pour expliquer les perturbations apportées par l'insecte dans la végétation de la vigne.

» Il ne sera peut-être pas inutile, à l'appui de la thèse soutenue ici, de rappeler que le *Phylloxera quercûs*, si voisin du *Phylloxera vastatrix*, ne détermine pas de galles sur les feuilles du chêne, qui, cependant, donnent lieu à un grand nombre de ces formations d'origines diverses; il ne produit que des taches brunes formées par la dessiccation partielle de la feuille tout autour de lui; c'est cette particularité qui a déterminé la dénomination générique de *Phylloxera quercûs;* le parenchyme de la feuille, plus ferme que celui de la vigne, ne prend, sous l'influence du suçoir de l'insecte, aucun accroissement irrégulier et anormal, quoiqu'il puisse s'hypertrophier aisément sous la piqûre d'autres insectes; il est donc probable qu'il ne reçoit, lui non plus, aucun liquide irritant et que, sous ce rapport, le *Phylloxera quercûs* et le *Phylloxera vastatrix* se comportent de même.

» Quant à l'hypothèse qui supposerait que le venin fût la cause de la pourriture des renflements, elle ne paraît pas nécessaire non plus; quoique la question à laquelle elle se rapporte n'ait pas encore été élucidée avec une entière certitude, on peut cependant dire que plusieurs faits s'opposent à cette manière de voir. Comme l'année dernière, je pense que la décomposition des renflements est la conséquence aussi bien de la constitution même de ces renflements que de leur relation avec le reste de la plante : on voit en effet des renflements, qui se sont conservés longtemps après le départ de l'insecte, périr cependant et à la même époque que d'autres renflements chargés de Phylloxeras.

» J'ai insisté sur ce qui précède parce que l'hypothèse du liquide irritant excrété par le Phylloxera a été, dans le département de la Gironde, l'origine d'une théorie particulière pour le traitement des vignes. L'action de ce liquide, encore inconnu du reste, on prétend la combattre par une substance acide ou basique, également inconnue aussi, qui serait déposée dans le sol. Il faudrait donc trouver d'abord une substance antagoniste, un contre-poison (l'auteur semble croire que les venins sont acides ou alcalins et se préoccupe surtout de leur action chimique); on devrait répandre cette substance dans toute la masse du sol et atteindre chaque Phylloxera; mais, après avoir obtenu ce résultat, ce qui serait très-coûteux, quel que fût le prix de cette substance, il faudrait encore qu'elle se glissât

le long du suçoir de l'insecte pour pénétrer jusque dans l'intérieur des tissus et neutraliser l'effet du venin encore problématique. Des essais ne paraissent pas avoir été tentés encore; on peut prévoir d'avance qu'ils seraient infructueux. Au point de vue pratique, ce traitement repose sur une série d'hypothèses; il présente toutes les difficultés des traitements par les insecticides, y compris la recherche de la substance à employer et une difficulté de plus purement gratuite, la pénétration du liquide par la voie même que suit le suçoir de l'insecte dans la racine. S'il était possible de faire parvenir aisément et à bon compte autour de chaque insecte une substance quelconque, le grave problème de la maladie des vignes serait résolu, car les agents insecticides abondent.

» Reprenons l'examen du Phylloxera vivant à la surface des renflements radicellaires et notamment l'étude des mues de l'insecte. Lorsqu'il vient de muer, il est d'un jaune vif, couleur de soufre; peu après, il devient jaune d'or ou jaune verdâtre sans que je puisse m'expliquer cette différence de coloration; puis il passe finalement à une teinte plus foncée, un peu brune. J'ai signalé précédemment (*Compte rendu* de la séance du 29 septembre dernier) que l'insecte couvert de tubercules (et il en est déjà très-nettement pourvu après la première mue et quelquefois même avant) dépouille une peau munie de ces particularités et se montre à l'œil entièrement dépourvu de tubercules.

» A mesure que la teinte jaune de soufre disparaît, les tubercules se montrent de nouveau; il est probable que ce changement de couleur est dû à une coloration noire que prend l'enveloppe externe; la réapparition des tubercules se conçoit alors aisément: la coloration que prennent vers cette époque les antennes et les pattes doit faire considérer cette supposition comme très-fondée. D'abord très-vagues avec une teinte grisâtre, couleur de mine de plomb, visibles seulement sous certaines incidences, les tubercules deviennent de plus en plus nets, à mesure que l'insecte tourne au brun; on rencontre ainsi tous les intermédiaires entre les insectes tuberculeux et ceux qui ne le sont pas.

» Quand le Phylloxera, à quelque état qu'il soit, est sur le point de muer, il prend une teinte brune assez foncée; il ressemble aux individus en mauvaise santé ou morts. Ce caractère se retrouve normalement et pendant une longue période sur les individus hibernants, qui offrent la même apparence et sont justement dans le même cas; on peut, en effet, les considérer comme des jeunes dont la mue a été retardée par une cause ou par une autre, notamment l'abaissement de la température.

» Quand ils sont sur le point de dépouiller leur ancienne peau, les insectes arrachent leur suçoir implanté dans le tissu de la racine, ainsi que je l'ai déjà plusieurs fois répété; on les voit s'allonger et porter à droite ou à gauche la partie postérieure de leur corps; elle prend parfois un mouvement de rotation circulaire, la peau se fend à la partie antérieure, dans un plan médian vertical, la fente s'arrête sur la face abdominale vers l'insertion des raies du suçoir ou un peu plus bas, et à une pareille distance sur la partie dorsale; remarquons en passant que c'est par la partie antérieure que se rompt la membrane de l'œuf lors de l'éclosion. L'insecte s'agite par instants, puis semble se reposer pour reprendre ensuite ses mouvements de flexion désordonnés. On peut se demander par quel moyen il peut quitter cette enveloppe qui l'entoure étroitement de toutes parts et avec laquelle la nouvelle peau doit avoir une adhérence complète. En effet, chaque organe se trouve moulé dans un organe identique, chaque poil dans l'intérieur d'un autre poil; les trois nouvelles raies du suçoir sont contenues dans la cavité de chacune des anciennes. Il faut donc vaincre une résistance de frottement qui doit être considérable entre ces parties si exactement appliquées les unes sur les autres; les organes nouveaux sont d'ailleurs comprimés, car ils sont plus grands que ceux qui les contiennent. La mue est un moyen de se débarrasser de l'ancienne peau qui gêne l'accroissement de l'animal.

» Le moyen à l'aide duquel l'insecte dépouille son ancienne enveloppe est simple; il est relatif à une particularité de son squelette externe, dont il a été question déjà. Sur toute la longueur de son corps sont disposés de petits poils qui occupent le centre de l'espace où la membrane est un peu soulevée et où elle prend une teinte plus foncée et l'aspect de tubercules; ce sont ces petits poils qui permettent au Phylloxera de cheminer dans son ancienne peau et de s'en débarrasser; il prend sur eux un point d'appui, et tout mouvement qu'il fait concourt à faire reculer son enveloppe, par un mécanisme analogue à celui qui fait monter constamment un épi d'orge placé dans la manche.

» A la suite des mouvements qu'exécute l'insecte, la partie postérieure paraît être dépouillée la première; la peau se fendrait ensuite à la partie antérieure sous l'effort de la pression de l'insecte cheminant ainsi. Le 22 août dernier, en observant des renflements récoltés à Montpellier, une nymphe fut trouvée qui paraissait avoir une apparence particulière : elle était d'un brun foncé, au lieu d'avoir la couleur jaune d'or ou rougeâtre

qui est habituelle à cette forme de l'insecte; elle exécutait, par sa partie postérieure très-allongée, des mouvements considérables; mise à part à 10 heures du matin sur le porte-objet du microscope, à l'air sec, elle était examinée de temps en temps, mais sans qu'il se présentât de modifications bien sensibles dans son état. L'observation fut reprise à $11^h 45^m$: la nymphe avait déjà dépouillé en partie son ancienne peau; mais elle paraissait embarrassée, ne trouvant pas sur la lame de verre de corps rugueux où elle pût accrocher ses pattes ; elle y glissait sans cesse. Il est possible que la difficulté qu'elle devait éprouver ait augmenté, que la membrane se fût durcie en se desséchant et se soit opposée au libre jeu des parties encore molles de l'insecte ailé qui allait en sortir. La partie postérieure était déjà dépouillée et plissée; l'abdomen, au lieu d'avoir la forme normale ou celle qu'il avait au début, où il était allongé et longuement conique, était fortement contracté : le segment anal était seul saillant, il avait pris un contour à double courbure et la forme d'une toupie. Malgré les efforts de l'insecte, qui tâchait de déployer ses anneaux pliés les uns contre les autres, la partie antérieure ne se fendit pas; la nymphe mourut dans cet état sans avoir pu rompre la membrane trop résistante.

» Combien, dans les circonstances normales de la mue, doit durer ce travail préparatoire? Les données suffisamment exactes font encore défaut ici, mais il doit être assez long. Quand la rupture de la peau a commencé dans des conditions favorables, le Phylloxera s'en débarrasse en quelques minutes ou en un quart d'heure, suivant l'état plus ou moins avancé, à l'instant auquel on commence l'observation; elle n'a jamais été prise à son début, mais toujours faite après que le dépouillement avait déjà commencé. L'insecte reste souvent assez longtemps occupé à se débarrasser de la peau, qui se contracte à mesure qu'elle est rejetée, et dont les replis retiennent encore les derniers segments ou s'attachent à leurs poils.

» La peau est généralement placée dans la position de l'insecte, les pattes étendues, mais les parties latérales se sont rapprochées et appliquées l'une contre l'autre, la fente qui a livré passage à l'animal restant béante; elle a donc ainsi un volume moindre que lui; ces différentes dépouilles présentent entre elles des différences de taille beaucoup moins sensibles que celles des insectes eux-mêmes. Quand on les recherche sur les racines ou sur les renflements, on est exposé à des erreurs fréquentes; bien souvent, croyant avoir affaire à une dépouille d'insecte, on recueille de petits

graviers, des pellicules exfoliées par la racine, et qui, à la loupe, offrent la même apparence qu'elle. Une fois la mue accomplie, l'insecte a recouvré une certaine agilité dont il use quelquefois pour s'éloigner de l'endroit qu'il avait choisi d'abord.

» Les mues de l'insecte aptère sont au nombre de trois, tant pour l'insecte des racines que pour celui des galles (1); les dépouilles se distinguent assez aisément les unes des autres. La plus nette est la première, qu'on reçonnaît avec la plus grande facilité aux poils robustes et très-développés qui garnissent les antennes et les pattes, à la longueur relative des divers appendices, à la forme des antennes qui sont beaucoup plus grosses que les autres; ces caractères sont ceux du jeune, ils ont été établis depuis longtemps par M. le Dr Signoret. Cette dépouille est d'une couleur manifestement plus pâle que celle des autres, ce qui permet souvent de la reconnaître à la vue simple. Chez les individus des racines, les trois dépouilles du même individu ne se trouvant pas, comme dans les galles, réunies ensemble et bien conservées, la comparaison ne peut plus se faire aussi aisément : aussi ce caractère y est-il moins net.

» La deuxième et la troisième dépouille sont assez semblables; les antennes sont, en général, colorées en noir, beaucoup plus coniques, moins larges, pourvues de poils bien plus courts, la cicatrice moins large, l'article basilaire moins renflé; elles diffèrent l'une de l'autre, la deuxième parce que les pattes n'y offrent qu'un seul article aux tarses, tandis que, dans la troisième, elles en offrent deux. Il faut se garder de prendre la ligne pâle du tarse dans la deuxième dépouille pour la séparation de deux articles : cette ligne correspond à la séparation réelle de ce tarse en deux parties, qui a lieu chez l'insecte qui a dépouillé sa deuxième mue, et elle s'appliquait exactement sur cette séparation avant le dépouillement. Les deux articles, dans la troisième, sont séparés par une ligne noire, vis-à-vis de laquelle le contour est un peu rentrant.

» Si la dépouille de la première mue, ou mue du jeune, est très-aisée à reconnaître entre toutes au premier coup d'œil, les deux autres sont plus difficiles à distinguer entre elles; elles sont bien moins nettement différentes, les caractères, que je n'énonce pas tous, plus délicats; elles sont toutes en général, à moins de circonstances spéciales, souillées de débris d'écorce et de substances brunes qui altèrent beaucoup la netteté de la surface. Quand on veut les préparer, elles restent recroquevillées; l'air

(1) Voir le *Compte rendu* de la séance du 29 septembre 1873.

occupe l'intérieur des cavités des antennes et des pattes et gêne souvent l'examen.

» On se rappelle une discussion qui s'éleva au mois d'août dernier entre le Dr Signoret et M. Lichtenstein, au sujet du développement de l'insecte depuis son éclosion jusqu'à la ponte. Le Dr Signoret (*Comptes rendus* du 4 août 1873) contredisait une opinion, soutenue jadis par lui et reprise par M. Lichtenstein, dans une conférence publique :

« *Le Messager du Midi,* à la date du 5 juillet dernier, a publié le compte rendu d'une conférence sur le Phylloxera, faite par M. Lichtenstein, dans laquelle nous relevons la phrase suivante : « Sa ponte rapide, sa prompte évolution sont telles, que les petits sont aptes à » devenir mères dans l'espace de dix jours. » C'est là une erreur considérable..... Pour répondre tout de suite à l'énoncé ci-dessus, nous dirons que pour nous, au lieu de dix jours, l'évolution complète ne se fait que dans l'espace d'une année. »

» Il donne ensuite les caractères des individus après chaque mue. Ces caractères sont parfaitement exacts : ce sont ceux que j'ai rapportés plus haut. Il donne ensuite, comme preuve de la longue évolution des Phylloxera des racines, l'intervalle de la première et de la deuxième mue qu'il fixe à *quinze* ou *vingt* jours.

» M. Lichtenstein répliqua (*Comptes rendus* du 25 août 1873), et dans une Note contradictoire avec celle du Dr Signoret, il cita un Phylloxera qui, éclos le 12 août, pondit le 21, après neuf jours.

» Des divergences pareilles, entre deux entomologistes de mérite, nécessitaient des observations nouvelles. Disons tout de suite que l'une et l'autre opinion, en apparence si dissemblables, peuvent peut-être se concilier, en ce sens qu'elles se rapportent à des formes séparées de l'insecte. Dans la même forme, du reste, il y a des variations assez notables, mais elles n'atteignent pas de limites pareilles.

» L'observation du Phylloxera élevé sur des racines conservées dans des flacons, sans que les particularités qu'il présente soient notées avec soin, peut donner lieu à des erreurs; ne confondra-t-on pas un insecte nouveau venu avec un ancien qu'on avait suivi et qui est parti? L'activité des jeunes, l'agilité que recouvre le parasite après chaque mue doivent mettre en garde contre des confusions faciles à commettre : aussi ne paraît-il pas suffisant de rapporter que tel insecte, fixé tel jour à tel endroit, a pondu après un certain intervalle, pour qu'on puisse donner l'observation comme absolument certaine et à l'abri de toute objection. Il faudrait, pour qu'il en fût ainsi, que l'insecte fût seul, sur une racine unique, afin qu'on ne pût le confondre avec un autre dans une situation

semblable, ou qui vînt le remplacer dans celle qu'il occupe. Il est indispensable de noter avec soin l'endroit où il est fixé; il est nécessaire aussi d'observer les mues successives pour se rendre compte du développement de l'individu que l'on suit : ce sont des étapes de son existence qui permettent des vérifications précieuses ; elles fournissent souvent des renseignements excellents. La confusion la plus fréquente provient de l'arrivée d'un insecte nouveau à côté d'un autre observé déjà depuis plusieurs jours; à moins d'une très-forte différence de taille entre eux, on saura difficilement auquel des deux se rapportent les observations antérieures; faudra-t-il tout abandonner et recommencer sur un autre? Les observations simultanées ne peuvent avoir lieu, à moins qu'on ne repère chaque point avec le plus grand soin; si l'on ne prend pas ces précautions, on court risque de donner des résultats douteux. Il faut donc se mettre à l'abri de toutes les erreurs en observant un seul insecte sur une seule racine; mais dans les flacons, où on les conserve isolément, ces racines pourrissent ou se dessèchent; la température est différente, généralement plus haute que celle qu'aurait trouvée l'insecte dans les profondeurs du sol ; on est bien loin des conditions normales où la racine est maintenue à l'obscurité et environnée par la terre végétale. Les Phylloxeras dépaysés fourniront-ils ainsi des résultats bien satisfaisants? En se rapprochant des conditions naturelles, n'est-on pas plus voisin de l'état normal, et les nombres obtenus ne devront-ils pas inspirer plus de confiance? Pour me rendre compte du développement des renflements, j'ai dû dessiner leur forme, rendre leur couleur, prendre leurs dimensions, compter le nombre et noter la place des insectes qui les déterminaient; je me suis astreint à l'observation régulière des insectes eux-mêmes. Dans ces conditions, je pouvais sans erreur reconnaître chaque renflement, dans une culture où je les avais repérés avec soin et où ils étaient d'ailleurs peu nombreux; les insectes situés à leur surface étaient très-aisés à retrouver; le dessin aidant, la mémoire ne permettait aucune erreur. On peut joindre à cela que, sur les renflements de couleur assez claire et lisses, les insectes étaient assez faciles à voir; la seule difficulté, notable d'ailleurs, provenait de ce que l'on ne peut toucher aux renflements et que le système des racines est peu maniable. Il était cependant relativement facile de suivre plusieurs insectes sur plusieurs renflements bien choisis, ce qui donne des moyens de comparaison et des éléments de contrôle. En un mot, l'observation des mues dans ces conditions, aussi voisines que possible des conditions naturelles, m'a paru la méthode la meilleure pour trancher ce débat entre M. le doc-

teur Signoret et M. Lichtenstein ; mais des recherches pareilles sont très-délicates et très-longues : il aurait fallu les entreprendre dans ce but unique; il aurait fallu sacrifier à cela des résultats plus immédiatement utiles, plus importants, et sur lesquels on n'avait encore aucune donnée, pour en obtenir d'autres qui n'auraient peut-être pas paru valoir ce qu'ils auraient coûté à remplacer. Mon objectif était l'étude du développement des renflements; c'est donc seulement par surcroît et pour utiliser les matériaux préparés en vue d'autres études que j'ai noté les mues des divers insectes. Je rapporte quelques-uns des nombres que j'ai enregistrés, sans dissimuler qu'ils présentent beaucoup de lacunes, dont les mœurs de l'insecte lui-même sont l'une des principales causes.

« *Nota.* — Tous les insectes suivis ici seront fixés sur les radicelles à l'état de jeunes.

» Un Phylloxera fixé le 15 août est parti du 25 au 26 du même mois (après dix à onze jours), en abandonnant une deuxième mue; en supposant les mues équidistantes, ce qui est à peu près exact, cela fait un intervalle d'environ cinq jours pour la durée d'une mue à l'autre.

» Deux Phylloxeras, fixés l'un le 29 août, l'autre du 29 au 31 août, ont tous deux effectué leur première mue le 3 septembre, après cinq jours au plus; le 7 septembre ils ont effectué leur deuxième mue; après le neuvième jour, l'un d'eux partit. Après une interruption forcée dans les observations, le dernier fut trouvé absent le 15 septembre (après seize jours); il avait laissé l'enveloppe correspondant à sa troisième mue (depuis quand?). Donc, en seize jours au plus, et probablement moins, se sont effectuées les trois mues environ à cinq jours d'intervalle chacune.

» Un Phylloxera se fixe du 31 août au 3 septembre, mais peu avant le 3; il a, le 7 septembre, quitté sa première enveloppe, après quatre ou cinq jours; placé dans de mauvaises conditions et difficile à observer, l'insecte effectue sa deuxième mue, et la dépouille n'est pas retrouvée; il grossit et s'éloigne du 19 au 21, probablement plus près du 19, ce qui fait environ seize jours pour la durée des trois mues, et cinq jours environ pour l'intervalle séparant chacune d'entre elles.

» Dans ces observations concomitantes et assez concordantes, l'intervalle entre les mues est d'environ cinq jours; nous allons voir maintenant des intervalles beaucoup plus rapprochés notés tous vers la même époque. Il y eut vers le 21 septembre, dans une de mes cultures, une éclosion de jeunes qui se portèrent tous vers les radicelles nouvelles.

» Des insectes, fixés du 21 au 23 septembre, ont rapidement grossi, ont pondu le 3 octobre, après dix à douze jours, ce qui fait environ trois jours entre chaque mue et trois jours entre la dernière mue et la ponte.

» Du 19 au 25 septembre, deux Phylloxeras se fixent; une troisième mue est trouvée le 1er octobre, après neuf ou onze jours; le 3 octobre, neuf œufs sont trouvés, après

onze ou treize jours, ce qui fait encore trois jours entre chaque mue et trois jours de la dernière mue à la ponte.

» Deux Phylloxeras se fixent le 21 septembre; le 3 octobre, ils ont effectué leur troisième mue (du 1er au 3 octobre), après neuf ou douze jours, et ont déjà des œufs assez avancés dans l'abdomen: ce résultat concorde pleinement avec les précédents.

» Je n'ai pas rapporté toutes les observations; elles ne sont pas toutes aussi nettes, et la discussion nous entraînerait trop loin; en les considérant, on pourrait conclure d'abord que le Phylloxera quitte le plus souvent le renflement après la troisième mue; ensuite, que l'intervalle des mues est à peu près égal, et qu'il varie dans mes recherches de trois à cinq jours. En admettant un intervalle égal entre la dernière mue et la ponte, il y aurait un intervalle de douze à vingt jours (avec des variations possibles) entre le moment où l'insecte se fixe et celui où il commence à pondre. Nous sommes loin, il faut l'avouer, de la période de quinze à vingt jours entre les mues assignées par le Dr Signoret, mais peut-être n'est-elle pas exagérée pour les individus destinés à devenir ailés; certains faits me le feraient supposer. Il reste encore une indéterminée : combien de temps les insectes peuvent-ils rester sans nourriture après leur éclosion? Quelques expériences me feraient considérer cet intervalle comme égal à trois ou quatre jours; ce serait autant à ajouter à la limite énoncée précédemment, ce qui ferait, depuis l'éclosion de l'insecte jusqu'à sa ponte, un intervalle de quinze à vingt-quatre jours.

» Malgré les lacunes qu'ils présentent, ces nombres sont assez concordants et résultent, non pas d'une seule observation, mais d'une série, et doivent ainsi se rapprocher davantage de la vérité. La méthode employée pourra donner d'excellents résultats, pourvu que l'étude des transformations de l'insecte soit, non pas un travail supplémentaire, mais le but unique des observations.

» Quelle est la raison pour laquelle l'intervalle des mues et la rapidité du développement du Phylloxera peuvent osciller entre des limites pareilles? Peut-être doit-on rapporter cette variation à la différence de température, plus chaude vers la fin de la saison, et dont l'effet s'est fait sentir quelque temps après sur la croissance des insectes souterrains. Il serait nécessaire, pour s'en assurer, de se mettre à l'abri des changements de température et de faire des expériences directes. Notons qu'à Montpellier M. Lichtenstein observa un développement complet en une douzaine de jours, et que mes observations faites à Bordeaux fournissent un intervalle un peu plus grand. »

M. A. **Dumont** adresse une nouvelle Note relative à l'efficacité de la submersion des vignes, pour la destruction du Phylloxera.

Les observations faites par l'auteur, dans les départements de la Drôme, de Vaucluse, du Gard et de l'Hérault, le conduisent à conclure que les insecticides n'ont encore donné nulle part des résultats absolument satisfaisants; que les fumures peuvent faire donner parfois des produits rémunérateurs, même par des vignes malades; que les progrès du Phylloxera sont toujours en raison directe de la sécheresse du sol; que la submersion a été jusqu'ici le seul procédé absolument efficace.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. A. **Babret** indique l'emploi de l'eau de mer comme remède contre le Phylloxera.

(Renvoi à la Commission.)

M. E. **Douliot** soumet au jugement de l'Académie, par l'entremise de M. Berthelot, une Note portant pour titre : « Influence de la température et de la nature de l'électricité sur la force qui retient l'électricité à la surface des corps ».

(Commissaires : MM. Edm. Becquerel, Jamin, Berthelot.)

MM. L. **Bretonnière** et E. **Croissant** adressent un Mémoire concernant des matières colorantes artificielles, auxquelles ils donnent le nom de « sulfures organiques ».

(Commissaires : MM. Chevreul, Balard, Fremy.)

M. **Prota-Giurleo** soumet au jugement de l'Académie :

1° Une Note manuscrite concernant l'emploi du chlorhydrate de berberine contre le gonflement de la rate dans les fièvres intermittentes. (Renvoi à l'examen de M. Cloquet.)

2° Une Note, imprimée en italien, sur un « termoléimètre ». (Renvoi à l'examen de M. Balard.)

M. **Héna** adresse la suite de ses études sur les terrains de transport des Côtes-du-Nord.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. A. **Pignoni** adresse une Note relative à la lithoclysmie, opération ayant pour objet la dissolution intra-vésicale de la pierre.

(Renvoi à l'examen de M. Cloquet.)

M. A. **Coret** adresse un « projet de *pendule roulant*, pour servir à la démonstration expérimentale du mouvement de rotation diurne de la Terre ».

(Renvoi à l'examen de M. Jamin.)

M. H. **Baudot** adresse le dessin d'un objet de bronze antique, remarquable par sa forme heptagonale.

(Commissaires précédemment nommés : MM. J. Bertrand, Roulin.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de la Guerre** écrit à l'Académie pour l'inviter à désigner l'un de ses Membres, comme Membre du Comité spécial institué pour donner son avis sur les questions relatives au Service des poudres et salpêtres.

Cette Lettre sera transmise à la Commission administrative.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie que le n° 6 du tome XXII des « Mémoires présentés par divers savants à l'Académie », contenant le commencement des « Études sur la nouvelle maladie de la vigne », par M. *Max. Cornu*, est en distribution.

M. T. **Husnot** adresse, pour la Bibliothèque de l'Institut, le 9e fascicule de sa collection des Mousses de France.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur un théorème de Mécanique céleste.* Note de M. F. **Siacci**.

« M. Newcomb a communiqué à l'Académie, en 1872, un théorème de Mécanique céleste qui peut être résumé comme il suit : « Si $b_1, b_2, \ldots, b_{3n}$ » sont les coefficients du temps dans les expressions des coordonnées et » des vitesses de n planètes; si $c_1, c_2, \ldots, c_{3n}$ sont les constantes canoniques » dont les grands axes, les excentricités et les inclinaisons des orbites » peuvent être considérés comme des fonctions, et si V est le viriel exprimé

» en fonction de $c_1, c_2, \ldots, c_{3n}$, on a

$$b_i = \frac{\partial V}{\partial c_i} \text{ ».}$$

» Pour démontrer ce beau théorème, M. Newcomb a eu recours aux expressions connues des coordonnées et des vitesses des planètes par des séries infinies de sinus et de cosinus, dont les arguments sont de la forme

$$\sum_{i=1}^{i=3n} N_i(l_i + b_i t),$$

où N_i est un coefficient numérique, et l_i une fonction des éléments qui n'entrent pas en b_i. Or ces expressions, que l'on admet dans la Mécanique céleste, ne sont toutefois pas rigoureuses; car elles supposent sans effet, sur le mouvement des planètes, le carré et les puissances supérieures des forces perturbatrices. M. Newcomb, en outre, fait sur ces expressions des opérations dans lesquelles il néglige les termes périodiques.

» On peut avoir un théorème analogue à celui de M. Newcomb sans faire de ces opérations, sans même rien supposer à l'égard des coordonnées et des vitesses des planètes, si ce n'est qu'elles puissent être exprimées au moyen des $c_1, c_2, \ldots, c_{3n}$ et des binômes

$$l_i + b_i t.$$

» Soient

$$(1) \qquad \frac{dp_i}{dt} = -\frac{\partial H}{\partial q_i}, \quad \frac{dq_i}{dt} = \frac{\partial H}{\partial p_i}$$

les équations d'un problème de Mécanique quelconque, et

$$(2) \qquad \begin{cases} c_1, c_2, \ldots, c_{3n}, \\ l_1, l_2, \ldots, l_{3n} \end{cases}$$

un système de composantes canoniques naissant de l'intégration de (1), en sorte qu'on ait

$$(3) \qquad \begin{cases} (c_i, l_i) = \sum_j \left(\frac{\partial c_i}{\partial q_j} \frac{\partial l_i}{\partial p_j} - \frac{\partial c_i}{\partial p_i} \frac{\partial l_i}{\partial q_i} \right) = 1, \\ (c_i, l_{i'}) = 0, \quad (c_i, c_{i'}) = 0, \quad (l_i, l_{i'}) = 0. \end{cases}$$

» Si k est une des constantes (2), on aura $\frac{dk}{dt} = 0$, et, par conséquent,

$$\frac{\partial k}{\partial t} + (k, H) = 0.$$

» D'ailleurs, si l'on considère les variables p_i et q_i dont H est fonction comme des fonctions des constantes canoniques (2), on a

$$(k, \mathrm{H}) = (k, c_1)\frac{\partial \mathrm{H}}{\partial c_1} + (k, c_2)\frac{\partial \mathrm{H}}{\partial c_2} + \ldots + (k, c_{3n})\frac{\partial \mathrm{H}}{\partial c_{3n}}$$
$$+ (k, l_1)\frac{\partial \mathrm{H}}{\partial l_1} + (k, l_2)\frac{\partial \mathrm{H}}{\partial l_2} + \ldots + (k, l_{3n})\frac{\partial \mathrm{H}}{\partial l_{3n}}.$$

» Or, si l'on fait successivement $k = c_i$ et $k = l_i$, on aura, à cause de (3),

$$(c_i, \mathrm{H}) = \frac{\partial \mathrm{H}}{\partial l_i}, \quad (l_i, \mathrm{H}) = -\frac{\partial \mathrm{H}}{\partial c_i};$$

donc

$$(4) \qquad \frac{\partial c_i}{\partial t} = -\frac{\partial \mathrm{H}}{\partial l_i}, \quad \frac{\partial l_i}{\partial t} = \frac{\partial \mathrm{H}}{\partial c_i},$$

où les seconds membres sont constants, si le théorème des forces vives a lieu. Dans la Mécanique céleste, où le mouvement des planètes n'est considéré que par rapport au Soleil, supposé fixe, le principe des forces vives proprement dit ne se vérifie pas; mais on a une intégrale équivalente, savoir :

$$\mathrm{T} - \frac{(\Sigma m\, dx)^2 + (\Sigma m\, dy)^2 + (\Sigma m\, dz)^2}{2(\mathrm{M} + \Sigma m)\, dt^2} - \mathrm{U} = h,$$

où M est la masse du Soleil, m, x, y, z la masse et les coordonnées d'une planète quelconque, T la force vive du système, U le potentiel, h la constante des forces vives. Or rien n'empêche de comprendre aussi, dans la fonction T, la fonction en $\frac{dx}{dt}, \frac{dy}{dt}, \frac{dz}{dt}$ qui l'accompagne, et qui est homogène de second degré, comme elle, par rapport à ces variables. Alors, en appelant H le premier membre de l'équation ci-dessus, les équations (1) ont toujours lieu, ainsi que l'intégrale $\mathrm{H} = h$. Il s'ensuit que, dans le problème des planètes, les seconds membres de (4) sont aussi constants.

» Cela posé, imaginons résolues les équations qui donnent les coordonnées et les vitesses des planètes, par rapport à c_1, $c_2, \ldots$, c_{3n}, $l_1 + b_1 t$, $l_2 + b_2 t, \ldots$, $l_{3n} + b_{3n} t$; on aura

$$c_i = \varphi_i, \quad l_i + b_i t = \psi_i,$$

φ_i et ψ_i contenant seulement les variables p et q $\left(\text{ou bien } x, y, z, \frac{dx}{dt}, \frac{dy}{dt}, \frac{dz}{dt}\right)$, sans le temps et sans aucune des constantes arbitraires. On pourra même supposer b_i remplacé par des fonctions γ_i des mêmes variables, b_i étant des

fonctions des c_i, et écrire

$$l_i = \psi_i - \gamma_i t;$$

donc, en différentiant par rapport au temps, on aura

$$\frac{\partial l_i}{\partial t} = -\gamma_i = -b_i, \quad \frac{\partial c_i}{\partial t} = 0.$$

» Or, si l'on suppose, comme cela est permis, que, dans le cas des planètes aussi,

$$l_1, \ l_2, \ldots, \ l_{3n},$$
$$-c_1, \ c_2, \ldots, \ c_{3n}$$

soient des constantes canoniques, et qu'on ait $(c_i, l_i) = 1$, il en résultera, d'après (4),

$$b_i = -\frac{\partial h}{\partial c_i}, \quad 0 = \frac{\partial h}{\partial l_i}.$$

» De la première de ces relations il suit que, dans le théorème de M. Newcomb, on peut remplacer le viriel par la constante des forces vives avec le signe changé; de la seconde, que cette constante n'est dépendante que des grands axes, des excentricités et des inclinaisons des orbites.

» On peut aussi démontrer que $-h$ est égal au *viriel*, tel que l'a défini M. Clausius, savoir à la valeur moyenne de la force vive. En effet, en appelant $\rho_1, \rho_2, \ldots, \rho_n, \rho_0$ les distances des planètes et du Soleil au centre de gravité commun, on a la relation suivante :

$$\frac{1}{2}\sum \frac{d^2 m \rho^2}{dt^2} = \mathrm{U} + 2h.$$

Or, si l'on admet la stabilité du système du monde, le premier membre de cette équation ne peut manquer d'être une quantité périodique; donc, si U_m est la valeur de U dénuée des termes périodiques, nous aurons

$$\mathrm{U}_m + 2h = 0,$$

et, si V est la force vive moyenne du système, *y compris le Soleil*,

$$\mathrm{V} = \mathrm{U}_m + h = -h.$$

» On pourra donc écrire indifféremment

$$b_i = \frac{\partial \mathrm{V}}{\partial c_i}, \quad b_i = -\frac{\partial h_i}{\partial c_i}. \text{ »}$$

ÉLASTICITÉ. — *Sur le mouvement d'un fil élastique dont une extrémité est animée d'un mouvement vibratoire.* Troisième Note de M. E. **Mercadier**, présentée par M. Jamin.

« Je me propose de donner l'équation qui représente ce mouvement, et de montrer que les conséquences en sont identiques aux lois expérimentales que j'ai indiquées dans les Notes précédentes (*Comptes rendus*, p. 639, 671 de ce volume).

» Ce mouvement peut être considéré comme un cas particulier de celui d'une verge élastique, qui a été traité complétement par Euler et Poisson.

» L'équation différentielle de ce mouvement est

$$\text{(A)} \qquad \frac{d^2y}{dx^2} + b^2\frac{d^4y}{dx^4} = 0,$$

dans laquelle

$$b^2 = \frac{q\text{I}g}{\rho\omega} \quad \text{ou} \quad = \left(\frac{ar}{2}\right)^2,$$

q étant le coefficient d'élasticité, I le moment d'inertie, ρ la densité, ω la section, r le rayon, si la verge est circulaire, a la vitesse du son dans la verge.

» Les conditions auxquelles il s'agit de satisfaire ici sont, en prenant pour origine des coordonnées l'extrémité libre du fil, et en appelant l sa longueur : pour $x = 0$,

$$(1) \qquad \frac{d^2y}{dx^2} = 0,$$

$$(2) \qquad \frac{d^3y}{dx^3} = 0$$

(cela résulte de la démonstration qui conduit à l'équation [A]); pour $x = l$,

$$(3) \qquad y = a\cos 2\pi\frac{t}{\text{T}},$$

$$(4) \qquad \frac{dy}{dx} = 0,$$

$y = a\cos 2\pi\frac{t}{\text{T}}$ étant l'équation du mouvement simple du diapason; pour $t = 0$,

$$(5) \qquad \frac{dy}{dt} = 0,$$

en prenant pour origine du temps l'instant où la vitesse de tous les points du fil est nulle.

» Posons

(B) $$y = p \sin m^2 bt + q \cos m^2 bt,$$

p et q étant des fonctions de x, et m une quantité indépendante de x et de t.

» La condition (5) conduit d'abord à $p = 0$, et l'équation (B) se réduit à

[B′] $$y = \cos m^2 bt.$$

» En écrivant que [B′] satisfait à [A], on arrive à l'équation différentielle $\frac{d^4 q}{dx^4} = mq^4$, dont l'intégrale est

$$q = \mathrm{C} \sin mx + \mathrm{C}' \cos mx + \mathrm{D}\tfrac{1}{2}(e^{mx} - e^{-mx}) + \mathrm{D}'\tfrac{1}{2}(e^{mx} + e^{-mx}),$$

C, C′, D, D′ étant des constantes à déterminer.

» En posant

$$\tfrac{1}{2}(e^{mx} - e^{-mx}) = \sin h\, mx, \quad \tfrac{1}{2}(e^{mx} + e^{-mx}) = \cos h\, mx,$$

[B′] devient

[B″] $$y = \cos m^2 bt(\mathrm{C} \sin mx + \mathrm{C}' \cos mx + \mathrm{D} \sin h\, mx + \mathrm{D}' \cos h\, mx).$$

» Les conditions (1) et (2) introduites alors dans [B″] fournissent deux équations, qui se réduisent immédiatement à celles-ci :

$$\left.\begin{array}{l} - m^2\mathrm{C}' + m^2\mathrm{D}' = 0, \\ - m^3\mathrm{C} + m^3\mathrm{D} = 0, \end{array}\right\} \quad \text{d'où} \quad \mathrm{C} = \mathrm{D} \text{ et } \mathrm{C}' = \mathrm{D}',$$

ce qui donne à l'équation précédente la forme

[B‴] $$y = \cos m^2 bt[\mathrm{C}(\sin mx + \sin h\, mx) + \mathrm{C}'(\cos mx + \cos h\, mx)].$$

Il ne reste plus à déterminer que C, C′ et m.

» Les conditions (3) et (4) donnent les deux équations suivantes, qui ont lieu quel que soit t :

(α) $$\cos m^2 bt[\mathrm{C}(\sin ml + \sin h\, ml) + \mathrm{C}'(\cos ml + \cos h\, ml)] = a \cos 2\pi \frac{t}{\mathrm{T}},$$

(β) $$m \cos m^2 bt[\mathrm{C}(\cos ml + \cos h\, ml) + \mathrm{C}'(- \sin ml + \sin h\, ml)] = 0.$$

» De l'équation (α), on tire

(γ) $$m^2 b = \frac{2\pi}{\mathrm{T}} \quad \text{ou} \quad m^4 = \frac{4\pi^2}{\mathrm{T}^2 b^2} = \frac{q \mathrm{I} g \mathrm{T}^2}{4\pi^2 \rho \omega}.$$

» Les équations (α) et (β), résolues après réduction, donnent

$$C = \frac{a(\sin ml - \sin h\, ml)}{2(1 + \cos ml \cos h\, ml)}, \quad C' = \frac{a(\cos ml + \cos h\, ml)}{2(1 + \cos ml \cos h\, ml)}.$$

» En portant ces valeurs dans l'équation [B'''], il vient enfin

$$[B^{IV}] \qquad y = a \cos 2\pi \frac{t}{T} \frac{(\sin ml - \sin h\, ml)(\sin mx + \sin h\, mx) + (\cos ml + \cos h\, ml)(\cos mx + \cos h\, mx)}{2(1 + \cos ml \cos h\, ml)}.$$

» Telle est l'intégrale de l'équation [A], qui satisfait à toutes les conditions du problème.

» I. Cette équation représente un mouvement vibratoire simple, dont la période est celle du diapason ou du corps sonore auquel la verge, ou le fil, est fixée, et tel est, en effet, l'expérience le prouve, le mouvement *permanent* régulier du fil.

» C'est là une première conséquence conforme à l'expérience.

» Pour tirer aisément de cette équation d'autres conséquences comparables aux résultats expérimentaux déjà obtenus, je la simplifierai d'abord en adoptant un système d'approximation semblable à celui que M. Lissajous a adopté pour résoudre les équations données par Euler, pour la détermination des nœuds dans une verge élastique vibrante (1). Ce système consiste ici à remarquer : que m est égal à $\frac{\sqrt{2\pi}}{\sqrt{Tb}}$, que $\sqrt{Tb}$ est toujours une quantité très-petite, car $b = \frac{ar}{2}$, r étant toujours égal à quelques dixièmes de millimètre, et T doit être égal à $\frac{1}{60}$ de seconde au moins, pour que les expériences soient nettes; que, par suite, m, ml, e^{ml} seront toujours assez grands pour qu'on puisse négliger $\sin ml$, $\cos ml$ et e^{-ml} devant e^{ml}. Les quantités qu'on néglige ainsi sont inférieures aux erreurs inévitables des expériences. (On trouvera d'ailleurs, plus loin, des valeurs numériques de m; la valeur minima dans mes expériences est encore égale à 36; elle correspond à un fil d'aluminium de 1 millimètre de diamètre.)

» Cela admis, l'équation (B^{IV}) devient, toutes réductions faites,

$$(B^{V}) \qquad y = a \cos 2\pi \frac{t}{T} \frac{e^{ml}(\cos mx - \sin mx + e^{-mx})}{2(2 + \cos ml\, e^{ml})}$$

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XXX.

ou bien

$$y = a\cos 2\pi \frac{t}{T} \frac{e^{ml}\left[\sin\left(\frac{\pi}{4} - mx\right) + \frac{\sqrt{2}}{2} e^{-mx}\right]}{\sqrt{2}\,(2 + \cos ml\, e^{ml})}.$$

» II. D'après cette équation, le fil vibrant doit présenter une série de nœuds obtenus en faisant $y = 0$, c'est-à-dire

$$(\delta) \qquad \sin\left(\frac{\pi}{4} - mx\right) + \frac{\sqrt{2}}{2} e^{-mx} = 0.$$

» En construisant avec soin les courbes $z = \sin\left(mx - \frac{\pi}{4}\right)$, $u = \frac{\sqrt{2}}{2} e^{-mx}$, on voit que leurs points d'intersection qui donnent les solutions de l'équation (δ) sont, avec une approximation plus grande que l'expérience ne le comporte,

$$(mx)_1 = \frac{\pi}{3}, \quad (mx)_2 = \left(1 + \frac{1}{4}\right)\pi, \quad (mx)_3 = \left(2 + \frac{1}{4}\right)\pi, \ldots,$$
$$(mx)_n = \left(n - 1 + \frac{1}{4}\right)\pi, \ldots.$$

» On en conclut : 1° que les distances nodales sont égales à partir de la seconde et que, par suite, la distance nodale *normale* D, qui serait représentée généralement par $x_n - x_{n-1}$, est *constante* et *égale* à $\frac{\pi}{m}$.

» Le tableau suivant renferme les valeurs de $D = \frac{\pi}{m}$, observées et calculées d'après la formule $m = \sqrt{\frac{2\pi}{Tb}} = \sqrt{\frac{4\pi}{Tar}}$, pour quatre fils différents pris parmi ceux qui ont servi à nos expériences et renfermés dans le tableau inscrit aux *Comptes rendus*, page 641 du même volume :

Nature des fils.	T	a (*)	r	m	D calculé.	D observé.
Fer.......	0,0039	4983 m	0,00023 m	53,02	59,2	58,8
Aluminium..	id.	5123	0,00012	72,02	43,5	42,6
Cuivre.....	id.	3736	0,00012	84,07	37,1	37,4
Platine.....	id.	2643	0,00010	89,07	35,3	36,7

» Si l'on songe à l'incertitude qui existe toujours sur les valeurs des

(*) La valeur de a pour le fer est la moyenne des valeurs données par Wertheim ; les autres sont tirées des expériences indiquées dans les *Comptes rendus*, p. 671 de ce volume.

vitesses a, on trouvera, je crois, la concordance suffisante entre les valeurs de D calculées et observées.

» Les autres conséquences de l'équation (B^v) feront l'objet d'une prochaine Communication. »

PHYSIQUE. — *Note sur le magnétisme;* par M. **A. Trève.**

« L'année dernière, j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie différentes expériences révélant, sous plusieurs formes, le mouvement *magnétique* auquel donne lieu l'aimantation. J'ai pu recueillir, par exemple, au talon d'un électro-aimant, dont les branches avaient 6 mètres de longueur, des courants d'induction, dont le sens varie avec celui du courant inducteur. La raison d'être de ces courants ne peut résider que dans l'action du mouvement intermoléculaire *magnétique* qui s'échange entre les pôles.

» Étant donnée une très-longue barre de fer, dont une extrémité est garnie d'une forte bobine inductrice et sur laquelle on peut faire glisser une bobine induite (à fil fin), j'ai, depuis lors, étudié quelques-unes des conditions dans lesquelles se propage ce mouvement magnétique et reconnu, par exemple, la très-rapide décroissance d'intensité des courants induits *nés d'une même force inductrice,* au fur et à mesure de l'éloignement de la bobine induite par rapport à la bobine inductrice, de même que l'influence de la section de la barre de fer sur l'intensité de ces mêmes courants. Mais ce qui, dès l'an dernier, me frappait plus particulièrement et me paraît devoir être la conséquence la plus utile de cette série de recherches, c'est la constatation d'un *retard notable* des courants induits ou *d'arrivée*, sur les courants inducteurs ou *de départ*, c'est-à-dire que le mouvement magnétique, sur lequel je crois avoir le premier appelé la bienveillante attention de l'Académie, est relativement lent par rapport au mouvement électrique.

» Mesurer la vitesse de propagation de ce genre de mouvement est devenu l'objet de mes nouveaux efforts; il serait, je crois, fort intéressant de pouvoir la mettre en regard de celle de l'électricité, du son et de la lumière.

» *P. S.* — Je crois de mon devoir d'ajouter que M. Ruhmkorff, par des procédés tout différents, qu'il a bien voulu me communiquer avant-hier, est arrivé à des résultats analogues : ces résultats seraient, dès lors, une confirmation de plus de ceux que j'annonce. »

PHYSIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *De la différence d'action physiologique des courants induits, selon la nature du fil métallique formant la bobine induite.* Note de M. **Onimus**, présentée par M. Edm. Becquerel.

« J'ai recherché les différences que la nature du fil composant les bobines induites peut déterminer au point de vue physique, et surtout au point de vue physiologique. J'ai fait faire, exactement dans les mêmes conditions, des bobines induites avec des fils de cuivre, des fils de plomb et des fils d'argentan. Le diamètre du fil était le même; la longueur était de 210 mètres pour chacun de ces fils. Toutes les bobines étaient construites de la même façon, et étaient influencées, d'une manière identique, par le courant inducteur.

» Sur les nerfs et sur les muscles de l'homme sain, les effets de la secousse ont été différents, selon la nature du métal, et l'on peut dire, d'une manière générale, que, lorsque le fil de la bobine induite est formé par un métal mauvais conducteur de l'électricité, la contraction est plus forte et l'impression sur les nerfs cutanés moins vive qu'avec des fils bons conducteurs, comme le cuivre par exemple.

» Ces effets sont d'autant plus marqués que la résistance extérieure est plus grande. Ainsi, en faisant passer le courant à travers de l'eau alcoolisée et en le diminuant jusqu'à un minimum où les contractions musculaires n'ont plus lieu avec le courant des fils de cuivre, on obtient encore, dans les mêmes conditions, des contractions avec le courant provenant de la bobine en fil d'argentan. Le plomb étant moins bon conducteur que le cuivre, mais meilleur conducteur que l'argentan, donne des effets intermédiaires. Le prix élevé du platine nous a empêché de faire les mêmes expériences avec ce métal.

» Sur les muscles superficiels, la différence entre les courants de la bobine de cuivre et ceux de la bobine d'argentan est beaucoup moins prononcée; elle s'accentue à mesure que l'épiderme est plus épais, ou que les muscles sont plus profonds. L'impression déterminée par le courant des fils de plomb ou des fils d'argentan est plus profonde; elle s'irradie moins loin sur les nerfs superficiels de la peau.

» Sur les nerfs sensitifs, situés dans l'épaisseur des tissus, l'excitation est peut-être plus vive que celle que donne le courant des fils de cuivre; mais elle a quelque chose de moins aigu et de moins lancinant.

» On peut conclure de ces faits que le courant induit des fils mauvais

conducteurs a une tension plus forte que celui qui se produit dans des fils meilleurs conducteurs de l'électricité.

» J'ai complété ces recherches avec la collaboration de M. le Dr Legros, en prenant sur des animaux le tracé des contractions musculaires provoquées par les courants de ces différentes bobines.

» Les tracés ainsi obtenus indiquent, d'une manière très-nette, l'action plus énergique du courant de la bobine d'argentan. En employant un courant minimum, et en expérimentant dans des conditions identiques, la courbe qui est formée par chaque contraction musculaire est bien plus élevée pour la bobine d'argentan que pour la bobine de cuivre.

» De plus, pour la bobine d'argentan, les contractions sont régulières, égales entre elles, et offrent toutes la double secousse due au courant de fermeture et à celui d'ouverture. (Nous avons employé, comme interrupteur, le mouvement du levier du métronome.)

» Le tracé obtenu avec la bobine de cuivre offre des contractions plus irrégulières; car plusieurs d'entre elles ne sont que légèrement prononcées, et il est rare qu'elles aient la double secousse.

» Ces différences sont d'autant plus marquées que l'on agit plus loin du muscle, et à travers l'épiderme. Si l'on enfonce les rhéophores dans le muscle dont on enregistre le tracé, la différence existe encore, mais elle est bien plus faible. Dans ce cas, le tracé que donne la contraction par la bobine de cuivre accuse également les deux secousses. En étudiant ces tracés, on reconnaît encore que la secousse déterminée par les fils de plomb ou d'argentan a une durée un peu plus longue que celle de la secousse déterminée par les fils de cuivre.

» Ces expériences montrent également que la tension est plus forte pour les courants induits des fils de plomb ou d'argentan. Nous ferons en même temps remarquer que ces différences, au point de vue physiologique, se rapprochent de celles qui existent entre l'extra-courant et le courant induit proprement dit. Si les courants des fils de plomb ou d'argentan ont une tension plus grande que le courant des fils de cuivre, ils ont, par contre, une quantité inférieure, grâce à la mauvaise conductibilité de ces métaux. Ainsi, en expérimentant avec ces mêmes bobines, tandis que le courant fourni par les fils de cuivre détermine, sur un galvanomètre, une déviation de 20 à 25 degrés, le courant fourni par des fils de plomb ne produit, sur le même galvanomètre, qu'une déviation de $1\frac{1}{2}$ degré, et les fils d'argentan une déviation de $\frac{1}{2}$ degré seulement.

» La fabrication des bobines à fils de plomb offre quelque difficulté,

surtout lorsqu'on veut avoir un fil fin; mais celle des bobines à fil d'argentan est facile, et ces bobines pourraient, d'après les faits que nous venons de signaler, être avantageusement employées dans les appareils électro-médicaux. »

HISTOLOGIE. — *Sur les éléments conjonctifs de la moelle épinière.* Note de M. L. **Ranvier**, présentée par M. Cl. Bernard.

« Les histologistes qui, dans ces dernières années, se sont occupés du tissu conjonctif des centres nerveux, entre autres M. Golgi (1) et M. F. Boll (2), s'entendent à admettre que ce tissu est essentiellement formé par des cellules spéciales. Ces cellules, découvertes et figurées par Deiters (3), portent aujourd'hui le nom de ce dernier auteur.

» Les *cellules de Deiters* seraient constituées par un noyau, un corps cellulaire très-petit et de nombreux prolongements filiformes. Ces prolongements, enchevêtrés et anastomosés avec les prolongements des cellules voisines, composeraient à eux seuls le stroma fibrillaire des centres nerveux. Si cette manière de voir était fondée, il y aurait une différence morphologique importante entre le tissu conjonctif du système nerveux central et celui des autres organes. Je suis arrivé à me convaincre que cette différence n'existe pas; en effet, le tissu conjonctif de la moelle épinière et celui des cordons nerveux périphériques (4), par exemple, sont construits sur le même type. Je dois ajouter que les personnes compétentes, auxquelles j'ai montré mes préparations, ont complétement partagé ma conviction.

» Aujourd'hui, je m'occuperai seulement de la moelle épinière, renvoyant à une prochaine Communication ce que j'ai à dire sur le cerveau et cervelet. Dans cette étude, j'ai employé plusieurs méthodes, mais celle qui m'a donné les résultats les meilleurs, au point de vue de la démonstration, est la suivante : une petite seringue de verre, munie d'une canule en or à extrémité tranchante, est remplie d'une solution d'acide osmique à 1 pour 300. L'extrémité de la canule est plongée soit dans un cordon de la substance blanche, soit dans un cordon de la substance grise. L'in-

---

(1) Golgi, *Rivistà clinica di Bologna,* novembre et décembre 1871.

(2) F. Boll, *Die Histologie und Histogenese der nervosen Centralorgane,* 1873.

(3) Deiters, *Untersuch. über Gehirn und Rückenmark, Pl. II, fig.* 10 et 11; 1865.

(4) *Recherches sur l'Histologie et la Physiologie des nerfs* (*Arc. de Physiologie,* t. IV, p. 438).

jection est faite alors avec ménagement jusqu'à ce que l'on voie refluer le liquide par les espaces périvasculaires ouverts dans la surface de la moelle. La pièce est abandonnée à elle-même pendant une heure ou deux; au bout de ce temps, des sections longitudinales mettent à découvert les portions de la moelle où l'acide osmique a pénétré et diffusé. On les reconnaît dans la substance blanche ou *fibro-nerveuse,* à une couleur noire homogène, et dans la substance grise, ou *cellulo-nerveuse*, à une teinte noir marbré. Des fragments imprégnés par l'osmium sont alors enlevés avec le rasoir, plongés dans l'eau distillée et dissociés avec les aiguilles; la dissociation doit être poursuivie avec beaucoup de soin, et suivant des règles que je ne peux exposer ici. Placé sur une lame de verre et recouvert d'une lamelle, le tissu dissocié est laissé, pendant vingt-quatre heures, en présence du picrocarminate d'ammoniaque; puis le réactif colorant est remplacé par de la glycérine. Les préparations obtenues par cette méthode sont persistantes; elles peuvent être examinées à loisir; elles présentent des particularités de structure que je vais exposer rapidement.

» La substance fibro-nerveuse (cordons postérieurs et antéro-latéraux) montre des tubes nerveux dont la myéline est fixée par l'acide osmique, et colorée en noir plus ou moins intense. Chez les Mammifères adultes, ces tubes peuvent être isolés, dans une longueur de 3 à 4 millimètres, et cependant on n'y observe ni étranglements annulaires ni noyaux. Chez les embryons, au contraire, les tubes nerveux présentent des cellules appliquées à leur surface; je reviendrai sur cette disposition dans un autre travail.

» Je n'ai pu distinguer, sur tous les tubes nerveux des centres, une enveloppe membraneuse comparable à la gaîne de Schwann; cependant, sur quelques gros tubes, j'ai observé, autour de la myéline teinte en noir par l'osmium, une membrane incolore et plissée. Cette membrane n'est pas en tous points comparable à la gaîne de Schwann, puisque les tubes nerveux de la moelle ne possèdent ni étranglements ni noyaux : peut-être est-elle un artifice de préparation.

» Entre les tubes nerveux, il existe des fibres ou plutôt de petits faisceaux de fibrilles de tissu conjonctif, dont le diamètre est de $0^{mm},001$ à $0^{mm},002$; ces faisceaux sont rectilignes ou courbés en divers sens. Quelques-uns possèdent des coudes à angle droit au niveau desquels on observe la réfringence spéciale des faisceaux du tissu conjonctif ordinaire, quand ils se présentent ainsi : ce caractère suffirait déjà pour faire admettre que ce ne sont pas de simples fibrilles. De plus, si l'on compare ces éléments

avec des fibrilles isolées des tendons que l'on obtient bien facilement après macération dans l'acide osmique, on leur reconnaît un diamètre bien supérieur, car les fibrilles des tendons sont à peine mensurables au microscope. Les petits faisceaux du tissu conjonctif de la substance fibro-nerveuse de la moelle épinière peuvent être suivis dans une grande longueur. Ils ne s'anastomosent pas entre eux; mais, en quelques points, ils s'entre-croisent au nombre de 4, 5, 6, 7, 8 et même plus. Au niveau de cet entre-croisement, il y a souvent un noyau rond ou ovalaire, muni de petits nucléoles, aplati et entouré d'une zone granuleuse. Avec un bon objectif à immersion, donnant un grossissement de 600 à 800 diamètres, il est facile d'apprécier tous ces détails et de reconnaître dans la zone granuleuse une lame de protoplasma qui, avec le noyau, constitue une *cellule plate de tissu conjonctif*. Au-dessous ou au-dessus de cette cellule, les petits faisceaux se poursuivent. Il ne me paraît pas douteux que cet ensemble a été pris pour une cellule ramifiée; mais c'est là une erreur qui, j'en suis convaincu, sera abandonnée de tous ceux qui suivront exactement la méthode que j'ai indiquée. Du reste, à côté de cette disposition, il en est d'autres qui viennent lever tous les doutes. Ce sont d'abord des entre-croisements de faisceaux connectifs sans noyaux; ensuite la présence de cellules isolées ayant probablement perdu leur relation avec les faisceaux. Ces cellules, formées par une faible quantité de protoplasma disposé en lame, possèdent un noyau aplati. Dans leur voisinage, s'observent aussi d'autres éléments cellulaires qui sont probablement des cellules lymphatiques.

» Les éléments conjonctifs de la substance cellulo-nerveuse de la moelle épinière sont semblables à ceux de la substance fibro-nerveuse; seulement les faisceaux connectifs y sont plus souvent entre-croisés, et, par suite, les cellules plates disposées sur les entre-croisements y sont plus nombreuses; du reste, les rapports des cellules et des faisceaux y sont absolument les mêmes que ceux indiqués plus haut, à propos de la substance blanche.

» Les grandes cellules des cornes antérieures peuvent être isolées assez facilement après l'injection interstitielle d'acide osmique. Comme elles ont été fixées par ce réactif, leurs divers prolongements se présentent avec leurs caractères respectifs bien plus accusés que sur les préparations obtenues à l'aide d'autres méthodes. Le prolongement de Deiters s'y montre homogène avec une réfringence vitreuse, et les prolongements dits *protoplasmiques* avec leurs nombreuses ramifications et leurs stries longitudinales.

» Il est presque inutile d'ajouter qu'il n'y a aucune anastomose entre les faisceaux connectifs et les prolongements des cellules nerveuses.

» En résumé, le tissu conjonctif de la moelle épinière est formé par des faisceaux de fibrilles connectives et des cellules plates. Il se montre avec les mêmes caractères dans tous les organes où je l'ai étudié jusqu'à présent, et en particulier dans les cordons nerveux périphériques; seulement, dans les centres nerveux, le rapport des faisceaux et des cellules est tel, que les figures qui en résultent en ont imposé aux histologistes pour des cellules ramifiées. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur l'*Anthracotherium *découvert par M.* Bertrand *à Saint-Menoux (Allier).* Note de M. **A. Gaudry**, présentée par M. Milne Edwards.

« M. Bertrand vient de découvrir, à Saint-Menoux (Allier), plusieurs pièces d'*Anthracotherium*. Une de ces pièces est fort remarquable; c'est une portion antérieure de tête, qui montre la mâchoire inférieure dans sa position naturelle au-dessous des maxillaires; elle permet de se faire quelque idée de la physionomie du grand Pachyderme, qui fréquentait nos pays pendant les premiers temps de l'époque miocène.

» Quand on considère que les molaires de l'*Anthracotherium* sont disposées pour un régime omnivore, on ne peut manquer d'être frappé de l'aspect de Carnivore que présente la face de ce Pachyderne. Nul Carnivore n'a pu faire des morsures plus terribles. Ses dents de devant, si bien disposées pour couper et percer, lui ont-elles servi à tailler les branches d'arbres, ou à lutter contre ses puissants contemporains, l'Entélodon et l'Amphicyon? Il serait difficile de le dire. En tout cas, il est intéressant de voir des caractères de Carnivore chez un ancien Pachyderme, comme si autrefois les séparations de familles avaient été moins tranchées qu'elles ne le sont dans la nature actuelle; l'Oréodon et bien d'autres Ongulés fossiles ont fait disparaître les barrières qui semblaient séparer les Ruminants des Pachydermes; et, tout dernièrement, M. Delfortrie a découvert un Lémurien moins éloigné des Pachydermes que les Lémuriens d'aujourd'hui.

» Dans l'échantillon trouvé par M. Bertrand, la direction de l'intermaxillaire montre que la face de l'*Anthracotherium* devait s'élever rapidement, comme chez les Carnivores, au lieu de former un museau allongé, ainsi que chez la plupart des Pachydermes, notamment chez le Cochon

qui, à certains égards, paraît avoir été allié au quadrupède de Saint-Menoux.

» Outre ce caractère de Carnivore, l'*Anthracotherium* avait des canines longues, arrondies, qui ressemblaient plus à celles des Ours qu'à celles des Cochons, des Pécaris et des autres Pachydermes actuels.

» Les incisives de notre fossile étaient bien plus grandes et plus tranchantes que celles des Ours et des Lions. A la mâchoire inférieure, les coins étaient plus forts que les pinces, tandis que, chez l'*Anthracotherium hippoideum* d'Aarwangen leur dimension était bien moindre. Les pinces étaient un peu comme celles des Cochons; au contraire, les mitoyennes et surtout les coins présentaient une notable différence, étant comprimés d'arrière en avant, au lieu de l'être latéralement. A la mâchoire supérieure, les pinces avaient une forme à la fois conique et tranchante, qui se rapprochait de celle des Pécaris; mais toutes les incisives étaient grandes, au lieu que, chez les Pécaris, les mitoyennes manquent, de sorte que les incisives ne sont plus qu'au nombre de deux paires. La forme un peu gibbeuse des incisives d'*Anthracotherium* s'accorde avec la disposition mamelonnée des éléments contitutifs des molaires; quand on réfléchit que les incisives des *Palæotherium* rappellent les collines comprimées des molaires de ces animaux, et que les incisives des Chevaux et des Hipparions rappellent la forme contournée des lames de leurs molaires, on se confirme dans la croyance qu'il y a souvent une certaine concordance entre les types des molaires et des incisives.

» Les prémolaires sont remarquables par leur forme coupante et conique; elles indiquent des affinités avec le Cochon, mais elles diffèrent beaucoup des dents de Pécaris. Au-dessous de la troisième prémolaire, la mandibule porte à son bord inférieur et externe un rudiment d'apophyse; cette apophyse est extraordinairement développée sur une mâchoire d'Auvergne, qui a été attribuée, par quelques auteurs, à l'*Anthracotherium magnum;* elle manque, au contraire, chez les *Anthracotherium* appelés *Lembronicum*, *Cuvieri* ou *onoideum* et *minimum*.

» Les arrière-molaires supérieures semblent avoir le mamelon médian de leur lobe antérieur un peu moins accusé et moins arqué que dans l'*Anthracotherium magnum* de Cadibona. Les molaires d'*Anthracotherium* recueillies dans le Tarn-et-Garonne par M. Lalanne présentent le même caractère d'une manière encore plus marquée; il y a là des rapports de forme avec la dentition des *Pachynolopus*. Les arrière-molaires inférieures ressemblent aux dents de plusieurs mâchoires d'*Anthracotherium*, qui ont

déjà été trouvées dans le centre de la France. Leurs mamelons internes sont un peu moins forts et un peu mieux reliés aux croissants externes que dans les molaires de l'*Anthracotherium magnum* de Cadibona, figurées par Cuvier; celles de Rochette, près Lausanne, figurées par M. Rütimeyer, et surtout celles de l'*Anthracotherium minimum* de Cadibona et d'Hautevignes; mais ils sont plus forts et moins reliés aux croissants externes que dans l'*Anthracotherium hippoideum* d'Aarwangen, chez lequel, suivant Rütimeyer, on observe des tendances vers le type paléothérien. Ces dégradations de nuances sont très-dignes de fixer l'attention de ceux qui cherchent à comprendre l'histoire du développement des espèces.

» M. Rütimeyer a fait remarquer que l'*Anthracotherium* des sables de l'Orléanais, appelé *Cuvieri* par M. Pomel et *onoideum* par M. Gervais, est encore représenté par un échantillon trop incomplet pour qu'on ait pu établir ses caractères spécifiques ; cependant je crois que provisoirement il vaut mieux inscrire l'*Anthracotherium* de Saint-Menoux sous la désignation de *Cuvieri*, que de lui créer un nom nouveau.

» Les pièces recueillies par M. Bertrand ont été découvertes dans la carrière des Ouches, dépendance du domaine de la Tardivonerie; elles étaient engagées dans une argile blanche qui formait une sorte de poche haute de $0^m,35$, au milieu du calcaire miocène exploité comme pierre à chaux ; M. Bertrand a trouvé dans ce calcaire des *Helix Ramondi* et quelques coquilles d'eau douce. Il m'a envoyé la liste suivante des couches de la carrière où les fossiles ont été trouvés :

$0^m,15$ terre végétale;
$0^m,35$ débris de calcaire;
$1^m,15$ argile rouge;
$1^m,50$ marne mélangée de pierre calcaire;
4 mètres de calcaire en bancs de $0^m,35$ à $0^m,60$, exploité comme pierre à chaux. La poche à ossements est vers le milieu de ce calcaire. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur les sécrétions de la fleur de l'*Eucalyptus globulus. Note de M. GIMBERT, présentée par M. Ch. Robin.

« Le but de cette Note est de montrer qu'une partie de la grande quantité d'eau, absorbée par l'*Eucalyptus* en fleur, est rendue à l'atmosphère sous forme de sécrétion liquide sucrée et aromatique, produite par le style, la portion de l'ovaire qui l'entoure, ainsi que par le bourrelet sur lequel sont insérées les étamines. Là est une des causes de l'influence hygiénique favorable que cet arbre exerce lorsqu'on l'introduit dans les contrées marécageuses. »

ASTRONOMIE. — *Observations d'étoiles filantes pendant la nuit du 12 au 13 novembre 1873*; par M. CHAPELAS.

« J'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie le résultat de nos observations d'étoiles filantes, faites pendant la nuit du 12 au 13 novembre de cette année. L'observation, commencée à 9^h30^m du soir et terminée à 4 heures du matin, était favorisée par un fort beau temps, quoiqu'elle ait été légèrement contrariée par la présence de la Lune à partir de minuit. Nous pouvons affirmer que, ici du moins, le phénomène ne s'est pas produit; car le nombre des météores enregistrés était tellement minime, que le nombre horaire moyen calculé nous a fourni un chiffre qui permet de ranger cette apparition parmi les apparitions ordinaires. En effet, durant ces six heures d'observations, nous n'avons constaté que 72 étoiles filantes, parmi lesquelles 2 bolides : le premier fort insignifiant, quant aux particularités qu'il présentait; le second fort difficile à étudier, car il fut vu à travers la couche de nuages qui à $3^h 9^m$ avait envahi le ciel tout entier. Le nombre horaire moyen ramené à minuit a été, pour cette année, de 11 étoiles $\frac{7}{10}$, résultat analogue à celui qui avait été obtenu en 1856 et en 1860.

» Les directions ne présentaient rien de bien accentué; le phénomène, généralement diffus, n'a pas permis de déterminer un point de divergence particulier. Nous avons aussi noté quelques beaux météores et quelques traînées sans coloration.

» Ces différents caractères que nous signalons aujourd'hui, sur l'affaiblissement et la diffusion du phénomène du 12 novembre, nous les signalions également pour l'apparition du 10 août de cette année.

» Enfin, si l'on se rappelle que, l'année dernière, le phénomène du 12 novembre, presque nul, se trouvait compensé par une apparition fort brillante dans les derniers jours du mois, ne serait-on pas en droit de se demander si de nouveaux groupes, de nouveaux essaims ne sont pas en voie de formation ? C'est ce que des expériences ultérieures nous apprendront; expériences qui viendront peut-être fournir à la Science des données nouvelles et des plus intéressantes pour la Physique du globe. »

M. SACC adresse, par l'entremise de M. H. Sainte-Claire Deville, une Note concernant l'action de l'acide nitrique sur les chlorures alcalins.

A 5 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 1er décembre 1873, les ouvrages dont les titres suivent :

Cours de Mécanique appliquée aux machines; par J.-V. PONCELET, publié par M. X. KRETZ. Paris, Gauthier-Villars, 1874; 1 vol. in-8°.

Les passages de Vénus sur le disque solaire, considérés au point de vue de la détermination de la distance du Soleil à la Terre. Passage de 1874. Notions historiques sur les passages de 1761 et 1769; par Ed. DUBOIS. Paris, Gauthier-Villars, 1873; 1 vol. in-18.

Annales des Ponts et Chaussées. Mémoires et documents; 1873, juillet. Paris, Dunod, 1873; in-8°.

L'ovotomie abdominale ou opération césarienne; par le Dr BAUDON, Paris, Germer-Baillière, 1873; 1 vol. in-8°. (Adressé par l'auteur au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1874.)

Conservation des membres blessés par armes à feu perfectionnées; par le Dr E. LANTIER; 2e édition. Paris, P. Asselin, 1873; br. in-8°. (Adressé par l'auteur au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1873.)

L'unité des forces physiques. Essai de Philosophie naturelle; par le P. A. SECCHI; 2e édition, fascicule 3. Paris, F. Savy, 1874; in-8°.

Essai critique sur le fonctionnarisme et la bureaucratie en France, etc.; par un ancien fonctionnaire; 2e édition. Paris, Sagnier et Ghio, 1874; br. in-8°.

Apparition subite et invasion rapide d'une puccinie exotique dans le département de la Gironde; par M. DURIEU DE MAISONNEUVE *et* Mad. ***. Bordeaux, Cadoret, 1873; br. in-8°. (Extrait des *Actes de la Société linnéenne de Bordeaux.*)

Le Sphinx de Solliès-Pont (Var). Réponse à M. le colonel Gazan et à M. Léon Renier. Draguignan, Gimbert, sans date; br. in-8°.

Bulletin de la Société industrielle de Reims; 1873, t. VIII, n° 40. Reims, H. Gérard et Masson; Paris, Lacroix, 1873; in-8°.

Nouvelles recherches expérimentales sur l'action des matières putrides et sur la septicémie; par M. COLIN. Paris, G. Masson, 1873; in-8°.

Note sur le tremblement de terre ressenti le 22 *octobre* 1873 *dans la Prusse rhénane et en Belgique; par* A. LANCASTER. Bruxelles, Hayez, 1873; br. in-8°. (Extrait du *Bulletin de l'Académie royale de Belgique.*)

Musci Galliæ. *Herbier des mousses de France; par* T. HUSNOT; fascicule IX (n°s 401-450). Cahan, par Athis (Orne), Husnot, 1873; 1 carton in-4°.

(*La suite du* Bulletin *au prochain numéro.*)

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PAR L'ACADÉMIE PENDANT LE MOIS DE NOVEMBRE 1873.

Annales de l'Agriculture française; novembre 1873; in-8°.

Annales de l'Observatoire météorologique de Bruxelles; n° 5, 1873; in-4°.

Annales industrielles; n°s 44 à 47, 1873; in-4°.

Annales médico-psychologiques; novembre 1873; in-8°.

Association Scientifique de France; Bulletin hebdomadaire, n^os^ des 2, 9, 16, 23 et 30 novembre 1873; in-8°.

Bibliothèque universelle et Revue suisse; n° 191, 1873; in-8°.

Bulletin de la Société Botanique de France; Revue bibliographique B, 1873; in-8°.

Bulletin des séances de la Société entomologique de France; n° 15, 1873; in-8°.

Bulletin des séances de la Société centrale d'Agriculture de France; n° 9, 1873; in-8°.

Bulletin de la Société de Géographie; septembre et octobre 1873; in-8°.

Bulletin de la Société française de Photographie; n° 10, 1873; in-8°.

Bulletin de la Société Géologique de France; n° 4, 1873; in-8°.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse; août et septembre 1873; in-8°.

Bulletin général de Thérapeutique; n° du 15 novembre 1873; in-8°.

Bulletin international de l'Observatoire de Paris; septembre, du 14 au 30; octobre, 1 à 31; novembre, 1 à 9, 11 à 22, 1873; in-4°.

Bulletin mensuel de la Société des Agriculteurs de France; n° 10, 1873; in-8°.

Bullettino meteorologico del R. Osservatorio del Collegio romano; n°s 9, 10, 1873; in-4°.

Chronique de l'Industrie; n°s 92, 94, 95, 1873; in-4°.

Gazette des Hôpitaux; n°s 128 à 137, 1873; in-4°.

Gazette de Joulin; n° 3, 1873; in-8°.

Gazette médicale de Bordeaux; n° 21, 1873; in-8°.

Gazette médicale de Paris; n°s 44 à 47, 1873; in-4°.

Iron; n°s 43 à 45, 1873; in-4°.

Journal de Médecine vétérinaire militaire; novembre 1873; in-8°.

Journal d'Agriculture pratique; n°s 45 à 48, 1873; in-8°.

Journal de l'Agriculture; n°s 238 à 241, 1873; in-8°.

Journal de l'Éclairage au Gaz; n°s 21 et 22, 1873; in-4°.

Journal de Mathématiques pures et appliquées; novembre 1873; in-4°.

Journal de Pharmacie et de Chimie; novembre 1873; in-8°.

Journal des Connaissances médicales et pharmaceutiques; 15 novembre 1873; in-8°.

Journal des Fabricants de Sucre; n°s 30 à 33, 1873; in-folio.

Journal de Zoologie; t. II, n°s 1, 2, 5, 1873; in-8°.

Kaiserliche... *Académie impériale des Sciences de Vienne;* n°s 21 à 24, 1873; in-8°.

L'Abeille médicale; n°s 44 à 47, 1873; in-4°.

L'Aéronaute; octobre, novembre 1873; in-8°.

L'Art dentaire; novembre 1873; in-8°.

L'Art médical; novembre 1873; in-8°.

L'Imprimerie; novembre 1873; in-4°.

La Nature; n°s 22 à 26, 1873; in-8°.

La Revue scientifique; n°s 18 à 21, 1873; in-4°.

La Tribune médicale; n°s 272 à 275, 1873; in-4°.

L'Écho médical; novembre 1873; in-8°.

Le Gaz; n° 5, 1873; in-4°.

Le Messager agricole; n° 10, 1873; in-8°.

Le Moniteur de la Photographie; n° 21, 22, 1873; in-4°.

Le Moniteur scientifique-Quesneville; novembre 1873; gr. in-8°.

Le Mouvement médical; nos 44 à 47, 1873; in-4°.

Le Progrès médical; nos 21, 22, 24, 1873; in-8°.

Les Mondes; nos 10 à 13, 1873; in-8°.

Magasin pittoresque; novembre 1873; in-4°.

Montpellier médical. Journal mensuel de Médecine; novembre 1873; in-8°.

Monatsbericht der Königlich preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin; juin, juillet, août 1873; in-8°.

Nouvelles Annales de Mathématiques; novembre 1873; in-8°.

Répertoire de Pharmacie; nos 21, 22, 1873; in-8°.

Revue agricole et horticole du Gers; octobre 1873; in-8°.

Revue bibliographique universelle; novembre 1873; in-8°.

Revue de Thérapeutique médico-chirurgicale; nos 21, 22, 1873; in-8°.

Revue hebdomadaire de Chimie scientifique et industrielle; nos 40 à 42, 1873; in-8°.

Revue maritime et coloniale; novembre 1873; in-8°.

Revue médicale de Toulouse; novembre 1873; in-8°.

Société linnéenne du nord de la France; Bulletin mensuel, nos 13 à 16, 1873; in-8°.

Société des Ingénieurs civils; nos 18, 19, 1873; in-4°.

The Food Journal; n° 46, 1873; in-8°.

ERRATA.

(Séance du 17 novembre 1873.)

Page 1153, ligne 5 en remontant, *au lieu de* l'immersion, *lisez* l'inversion.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQ. FAITES A L'OBSERVATOIRE DE MONTSOURIS. — NOV. 1873.

DATES.	HAUTEUR DU BAROMÈTRE à midi.	THERMOMÈTRES du jardin.			THERMOMÈTRES du pavillon.			EXCÈS SUR LA MOYENNE normale de chaque jour.	TEMPÉRATURE MOYENNE du sol				THERMOMÈTRES CONJUGUÉS dans le vide (T' − t).	TENSION DE LA VAPEUR (moyenne du jour).	ÉTAT HYGROMÉTRIQUE (moyenne du jour).	ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE.	OZONE.
		Minima.	Maxima.	Moyennes.	Minima.	Maxima.	Moyennes.		à 0m,02.	à 0m,10.	à 0m,30.	à 1m,00.					
1	740,6	5°,9	10°,1	8°,0	6°,0	10°,3	8°,2	−0°,7	7°,7	8°,0	8°,1	11°,1	1°,2	7,21	88	»	12,0
2	741,4	6,0	10,6	8,3	6,1	10,8	8,5	−0,2	7,3	8,1	8,3	11,0	1,7	6,83	90	»	11,0
3	752,5	2,1	9,4	5,8	2,1	9,7	5,9	−2,8	6,2	7,1	8,0	10,9	2,3	6,27	92	»	6,5
4	746,5	3,7	12,0	7,9	3,7	11,7	7,7	0,3	6,9	7,4	7,8	10,8	4,6	6,41	85	»	4,5
5	744,2	5,1	13,3	9,2	5,4	13,4	9,4	2,1	8,7	8,6	8,3	10,7	2,2	7,58	81	»	6,5
6	745,8	7,5	13,1	10,3	7,5	12,5	10,0	2,0	7,7	8,5	8,7	10,6	4,4	6,35	78	»	8,5
7	750,2	4,1	10,1	7,1	3,8	10,0	6,9	−0,8	6,5	7,4	8,1	10,6	4,1	6,38	87	»	14,5
8	753,4	4,5	8,9	6,7	4,5	9,3	6,9	−0,5	7,7	7,7	8,0	10,6	2,1	7,01	93	»	8,0
9	751,7	8,1	11,4	9,8	8,2	11,6	9,9	2,8	8,0	8,5	8,4	10,5	2,8	7,34	89	»	1,5
10	758,2	4,5	10,3	7,4	5,1	10,0	7,6	1,2	7,6	8,1	8,3	10,4	1,4	6,86	89	»	2,5
11	757,7	2,1	6,5	4,3	2,4	5,9	4,2	−2,2	5,0	6,5	7,9	10,4	6,8	4,21	68	»	0,0
12	755,1	0,5	9,5	5,0	0,5	9,2	4,9	−1,3	4,6	5,8	7,0	10,3	6,9	5,11	84	»	0,0
13	752,2	−1,0	13,5	6,3	−1,1	12,8	5,9	−0,3	4,8	5,6	6,5	10,1	6,9	5,64	82	»	0,5
14	750,5	1,1	11,1	6,1	1,6	11,3	6,5	0,3	5,0	5,7	6,4	9,8	3,2	5,22	77	»	0,0
15	758,7	2,9	6,5	4,7	3,1	6,7	4,9	−1,1	3,9	5,0	6,2	9,6	5,9	4,79	82	»	0,0
16	763,8	−1,6	6,6	2,5	−1,5	6,8	2,7	−3,9	3,2	4,0	5,3	9,4	5,4	5,22	89	»	0,0
17	764,4	2,8	7,9	5,3	2,9	8,0	5,5	−0,8	5,1	5,5	5,6	9,2	2,2	5,48	78	»	0,5
18	762,4	»	»	(2) 5,1	»	»	(2) 5,1	−1,3	4,6	5,3	5,9	9,0	0,7	4,60	70	»	0,5
19	757,8	1,8	7,7	4,8	1,8	7,1	4,5	−1,5	3,7	4,6	5,6	8,9	4,9	4,54	80	»	0,0
20	758,2	−3,1	1,0	−1,1	−2,8	0,8	−1,0	−6,5	2,1	3,2	4,7	8,7	0,8	4,29	92	»	0,0
21	755,9	−0,7	»	(1) 2,2	−0,5	»	(1) 2,3	−3,2	2,7	3,4	4,4	8,5	0,6	4,65	87	»	1,0
22	742,8	»	13,0	(1) 10,1	»	13,2	(1) 10,1	4,0	7,1	6,4	5,3	8,3	1,6	7,30	79	»	6,5
23	748,7	7,8	15,3	11,6	7,7	15,3	11,5	5,6	8,7	8,1	6,8	8,2	2,2	7,60	74	»	10,0
24	755,5	7,6	12,5	10,1	7,8	13,1	10,4	4,7	9,0	8,6	7,5	8,4	1,1	8,82	91	»	13,0
25	760,9	10,2	12,1	11,2	10,2	12,2	11,2	5,8	9,6	9,6	8,4	8,6	1,4	9,10	95	»	6,0
26	754,8	5,3	13,8	9,6	5,6	13,8	9,7	4,0	9,2	9,1	8,5	8,8	2,9	8,48	89	»	3,0
27	747,2	5,9	»	(1) 8,3	6,3	»	(1) 8,1	2,5	7,4	8,1	8,5	9,0	1,6	6,58	80	»	15,0
28	757,4	8,8	11,3	10,1	8,9	11,6	10,3	4,8	8,2	8,2	8,0	9,1	2,3	7,34	80	»	10,0
29	756,6	10,0	11,2	10,6	10,2	11,5	10,8	5,3	9,0	9,2	8,6	9,2	0,6	7,83	84	»	12,5
30	755,3	5,7	9,9	7,8	5,8	10,2	8,0	2,7	6,6	7,6	8,2	9,2	4,2	5,59	78	»	8,0
Moy.	753,0	4,3	10,0	7,2	4,4	10,0	7,2	0,7	6,5	7,0	7,2	9,7	3,0	6,35	84	»	5,4

(1) La marche de la température ayant été continuellement descendante ou ascendante, la moyenne diurne a été déduite de quatre observations convenablement choisies, faites à intervalles égaux. — (2) Variation diurne presque nulle.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQ. FAITES A L'OBSERVATOIRE DE MONTSOURIS. — Nov. 1873.

Dates.	Magnétisme terrestre. Observation de 9 heures du matin. Déclinaison.	Inclinaison. (B).	Intensité.	Pluie. à 0m,10 du sol.	à 1m,80 du sol.	Évaporation.	Vents. Direction générale à terre	Vitesse moyenne en kilom., par heure, à terre.	Direction des nuages.	Nébulosité.	Remarques.
	° '	° '		mm	mm	mm		k			
1	17.21,6	65.30,2	»	3,9	3,6	4,0	SSO	16,8	SSO	1,0	Bourrasques. Rosée le soir.
2	26,0	28,4	»	0,2	0,2	1,0	S	6,4	SO	0,8	Rosée le soir.
3	24,0	26,4	»	»	»	0,5	S	0,5	variable.	0,7	Rosée le soir. Brumeux.
4	24,1	29,2	»	»	»	1,2	S	3,0	SSO	0,8	Courants supér. viennent du N.
5	22,2	25,7	»	0,5	0,5	2,2	S	11,2	S	0,9	Continuellement pluvieux.
6	23,4	23,6	»	0,2	0,2	2,3	SSO	12,0	SO	0,7	»
7	21,0	23,6	»	0,0	0,0	1,7	S	11,4	SO	0,6	Petite pluie le soir.
8	24,2	28,2	»	2,6	2,4	0,6	E	4,8	»	0,9	Brouillard le mat., pluie le soir.
9	25,2	23,0	»	11,2	11,1	0,6	ESE	2,1	SE-NE	0,6	Pluie assez forte vers 9h 30 mat.
10	26,6	24,0	»	0,0	0,0	0,5	SE-NE	1,3	»	0,9	Pluie fine vers le mil. du jour.
11	26,4	23,6	»	»	»	2,5	ENE	10,3	NE	0,6	Faible lueur aurorale le soir.
12	24,0	23,5	»	»	»	1,4	ENE	2,2	»	0,0	Légèrement brumeux.
13	20,9	26,0	»	»	»	1,4	ESE	0,7	S	0,3	Givre et glace le matin.
14	26,0	23,0	»	»	»	2,1	NNE	9,6	»	0,5	Rosée le matin.
15	18,8	24,0	»	»	»	2,6	NNE	17,7	NE	0,4	»
16	19,1	22,4	»	»	»	2,2	NE	12,4	NE	0,3	Épaisse couche de givre le mat.
17	21,1	26,0	»	»	»	2,0	NE	9,6	ENE	0,9	Lueur aurorale le soir.
18	19,1	28,2	(b)	»	»	2,3	NE	7,7	NE	0,9	Lueur aur. très-vive dep. 6h s.
19	19,1	28,4	»	»	»	1,6	ENE	4,3	E	0,2	Givre se dépose dès 9h soir.
20	21,2	25,5	»	»	»	0,7	E	0,6	»	0,9	Glace et givre épais le matin.
21	21,0	24,7	»	0,0	0,0	0,7	SE-SO	5,5	SSO	1,0	Bruine; 1res rafales avant min.
22	22,3	25,4	»	5,6	5,3	3,1	SO-NO	12,6	SO-NO	0,9	Rafales et pl. le mat. Lueur aur.
23	25,6	26,8	»	0,1	0,1	3,6	ONO	8,5	NO	1,0	Qq. rafales. Lueur aur. le s.
24	27,1	26,7	»	4,2	3,6	1,0	SO-NO	2,6	SO	1,0	Contin. pluv. Id.
25	30,0	27,3	»	0,1	0,1	0,7	SO-NO	0,1	SSO	0,9	Id. Brouil. tombe ap. 11 h. s.
26	30,0	26,6	»	3,7	3,2	1,3	SSO	9,1	SSO	0,9	Brouil. le mat., bour. et pl. le s.
27	29,2	26,9	»	4,3	4,1	2,4	OSO	12,9	SO	0,7	Pluvieux jusqu'à la nuit.
28	25,6	26,4	»	0,1	0,1	2,0	SO	6,7	ONO	1,0	Qq. gout. de pluie vers 9h s.
29	26,3	»	»	0,7	0,6	1,6	SO	12,2	O	0,9	Contin. pluv. Bourr. le soir.
30	25,1	26,0	»	1,7	1,4	3,1	ONO	12,4	NO	0,4	Bour. le m. Haus. barom. tr.-rap.
Moyen. ou totaux.	17.23,9	65.25,9	»	39,1	36,5	52,9		7,6		0,72	

(b) La température et l'état hygrométrique, ainsi que les divers éléments magnétiques, ont très-peu varié.

Observations météorologiques faites a l'Observatoire de Montsouris. — Nov. 1873.

Résumé des observations régulières.

	6h M.	9h M.	Midi.	3h S.	6h S.	9h S.	Minuit.	Moy.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Baromètre réduit à 0°	753,03	753,43	753,01	752,74	753,33	753,72	753,81	753,29 (1)
Pression de l'air sec	746,82	746,88	746,16	746,19	747,03	747,39	747,75	746,94 (1)
	o	o	o	o	o	o	o	o
Thermomètre à mercure (jardin)	5,49	6,66	8,87	8,78	7,22	6,59	6,06	6,91 (1)
» (pavillon)	5,41	6,65	8,82	8,75	7,20	6,54	6,02	6,86 (1)
Thermomètre à alcool incolore	5,41	6,49	8,66	8,56	7,03	6,46	5,91	6,75 (1)
Thermomètre électrique à 29^m	»	»	»	»	»	»	»	»
Thermomètre noirci dans le vide, T'	5,09	11,80	17,94	13,59	6,66	»	»	12,50 (2)
Thermomètre incolore dans le vide, *t*	5,03	8,43	12,74	10,41	6,56	»	»	9,54 (2)
Excès (T' — *t*)	0,06	3,37	5,20	3,18	0,10	»	»	2,96 (2)
Températ. du sol à $0^m,02$ de profond^r.	5,89	6,15	7,10	7,33	6,78	6,45	6,06	6,46 (1)
» $0^m,10$ »	6,65	6,61	7,00	7,37	7,35	7,18	6,89	6,97 (1)
» $0^m,20$ »	7,39	7,26	7,27	7,46	7,62	7,65	7,57	7,46 (1)
» $0^m,30$ »	7,23	7,17	7,14	7,17	7,27	7,33	7,32	7,24 (1)
» $1^m,00$ »	9,69	9,68	9,67	9,67	9,66	9,66	9,65	9,67 (1)
Tension de la vapeur en millimètres	6,21	6,55	6,85	6,55	6,30	6,33	6,06	6,35 (1)
État hygrométrique en centièmes	89,7	87,5	79,3	76,0	81,2	84,8	84,4	83,7 (1)
Pluie en millimètres à $1^m,80$ du sol	9,6	2,9	12,3	4,3	1,0	3,0	3,4	t. 36,5
» (à $0^m,10$ du sol)	10,2	3,6	12,6	4,5	1,2	3,3	3,7	t. 39,1
Évaporation totale en millimètres	6,80	5,94	10,11	12,24	7,67	5,25	4,87	t. 52,88
Vit. moy. du vent par heure en kilom.	7,3	7,0	8,4	9,5	7,8	6,7	7,4	»
Pluie moy. par heure (à $1^m,80$ du sol).	1,60	0,97	4,10	1,43	0,33	1,00	1,13	»
Évaporation moyenne par heure	1,13	1,98	3,37	4,08	2,56	1,75	1,62	»
	'	'	'	'	'	'	'	'
Inclinaison magnétique 65° +	»	25,9	»	»	»	»	»	»
Déclinaison magnétique 17° +	24,2	23,9	28,5	26,1	24,5	22,7	23,4	25,2 (1)

	o
Tempér. moy. des maxima et minima (parc)	7,17
» » (pavillon du parc)	7,21
» à 10 cent. au-dessus d'un sol gazonné (thermomètres à boule verdie).	7,31
Therm. noirci dans le vide, T' (valeur moy. fournie par 5 obs. : 6^h M. 9^h M., midi, 3^h S. 6^h S.).	11,01
» incolore *t* » » »	8,63
Excès (T' — *t*) » » »	2,38
» (valeur déduite de 4 observations : 9^h M., midi, 3^h, 6^h S.)	2,96

(1) Moyenne des observations de 6 heures du matin, midi, 6 heures du soir et minuit.
(2) Moyenne des observations de 9 heures du matin, midi, 3 heures et 6 heures du soir.

Errata au *Compte rendu* du 3 novembre 1873.

Page 1046, 2ᵉ colonne, dernière ligne, *au lieu de* 754,0, *lisez* 753,5.
» 9ᵉ colonne, 21ᵉ ligne, *au lieu de* 3,5, *lisez* —3,5.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 8 DÉCEMBRE 1873.

PRÉSIDENCE DE M. DE QUATREFAGES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. Cl. Gay, Membre de la Section de Botanique, décédé à Deffends (Var), le 29 novembre 1873.

FERMENTATIONS. — *Réponse à M.* Pasteur *concernant l'origine de la levûre de bière;* par M. **A. Trécul**.

« M. Pasteur a fait à l'Académie, le 17 novembre, une Communication dans laquelle il indique un perfectionnement pour la fabrication de la bière. Je n'aurais pas demandé la parole à cette occasion, si notre confrère se fût contenté de décrire son procédé; mais M. Pasteur parle de l'opinion des botanistes qui se sont occupés de l'origine de la levûre, de façon à en donner une idée inexacte, puisque la manière dont il s'exprime tend à faire croire que le *Penicillium* obtenu par eux se développe dans de la levûre en putréfaction.

« On sait, dit-il (p. 1144), que des botanistes très-habiles, autrefois M. Turpin, de nos jours, en Allemagne, M. Hoffmann, pour ne citer qu'un seul nom, et présentement encore,

en France, M. Trécul, ont cru devoir conclure de leurs observations que la levûre de bière peut faire naître des moisissures diverses, entre autres le *Penicillium glaucum.* »

» Il continue ainsi :

« Que la levûre de bière soit éminemment altérable, tous ceux qui ont manié cette substance ont eu l'occasion de le constater. Pendant les chaleurs de l'été, et même à des températures plus basses, elle change de consistance dans l'intervalle de quelques jours, répand une odeur putride, perd son activité comme ferment. On sait aussi que ces altérations s'accompagnent du développement d'organismes microscopiques, bactéries, vibrions, *moisissures diverses*. D'où viennent ces corpuscules organisés? *La levûre les engendre-t-elle d'elle-même par une modification de ses cellules dans des conditions de vie nouvelle;* ou bien ces organismes trouvent-ils leur origine dans les poussières des objets avec lesquels la levûre a été en contact? »

» Ne semble-t-il pas, d'après cela, que les botanistes désignés aient obtenu de cette masse de levûre en putréfaction les résultats qu'ils ont annoncés. Cette manière de présenter l'opinion de ses adversaires est une faute grave. M. Pasteur doit savoir que les botanistes qui ont soutenu la parenté de la levûre et du *Penicillium* ont employé de la levûre bien portante, et qu'ils l'ont vue se développer à la manière des conidies. Il ne saurait y avoir de doute à cet égard; toutes les dénégations de M. Pasteur n'empêcheront pas la réalité de ce fait matériel; et puis on ne s'est pas borné à obtenir le *Penicillium* en cultivant de la levûre dans des conditions diverses, on peut passer aussi des spores du *Penicillium* à la levûre. C'est encore un fait que nie notre confrère. Il n'en sera pas moins vrai que, de ces spores encore jeunes, submergées dans du moût de bière qui a bouilli, et enfermées dans des flacons bien clos, avec les précautions que j'ai recommandées, grossissent en se décolorant peu à peu et se multiplient par bourgeonnement comme de la levûre, dont elles acquièrent les dimensions et les autres propriétés.

» Que nie donc M. Pasteur dans cette circonstance? Ce ne peut être la décomposition du sucre en alcool et en acide carbonique, puisqu'il est convenu de ce fait à la page 787 du tome LXXV. Est-ce la faculté de se multiplier par bourgeonnement qu'il refuse à ces spores? Mais on les voit grossir, perdre graduellement leur couleur verte, enfin bourgeonner; et cela peut s'accomplir dans des liquides qui, à la même température, ne produisent pas de levûre spontanée.

» Si les spores du *Penicillium* décomposent le sucre en alcool et en acide carbonique, en prenant tous les caractères de la levûre de bière, sur quelle base M. Pasteur peut-il appuyer sa négation ?

» Notre confrère a une telle horreur des modifications dont la levûre est susceptible, qu'il renie une intéressante observation qu'il publia en 1862, et que j'ai renouvelée en 1868, sans connaître son expérience.

« J'ai annoncé à l'Académie, dit-il (page 1145 de ce volume), que le *Mycoderma vini* se transformait en levûre de bière basse par la submersion dans un milieu nutritif sucré. Depuis lors, j'ai exprimé des doutes sur cette opinion et indiqué la cause d'erreur que je craignais. Je crois que l'interprétation que j'ai donnée des faits que j'avais observés est inexacte. Les articles du *Mycoderma vini* se gonflent, en effet, par la submersion, *et se transforment en cellules qui agissent à la manière des cellules de la levûre alcoolique,* avec production d'alcool et d'acide carbonique; *mais ces cellules n'ont pas, sous cet état nouveau, la faculté de se reproduire.* La LEVURE SPONTANÉE, qu'on voit apparaître et se multiplier, doit provenir de germes de levûre apportés par l'air, qui tombent sur le *Mycoderma vini* pendant qu'il est exposé en grande surface, lesquels germes se développent après la submersion. »

» Je ne puis voir là qu'une de ces assertions équivoques, comme on en rencontre tant dans les travaux de M. Pasteur, et comme j'en vais citer quelques exemples. Ceux qui suivent nos débats avec attention ont dû s'en apercevoir, et savent combien a varié l'opinion de notre confrère, en ce qui concerne le *Mycoderma vini.* Il admit, en 1862 (*Bulletin de la Société chimique de Paris*, p. 73 à 74), que ce *Mycoderma* est susceptible de se changer en levûre alcoolique quand on le submerge dans une solution de sucre, à l'abri de l'air. Dix ans après, en 1872 (t. LXXIV, p. 211 et 212), M. Pasteur affirme qu'il peut démontrer que le germe de la levûre de raisin est le germe du *Mycoderma vini;* que ce *Mycoderma* a deux modes de vie essentiellement distincts : MOISISSURE, il s'empare de l'oxygène de l'air... et le rend à l'état d'acide carbonique; FERMENT, il se développe à l'abri de l'air et devient la levûre alcoolique de raisin. Ce n'est que plus tard, dans le cours de la discussion, qu'apparaît la première trace des doutes de M. Pasteur. C'est le 7 octobre 1872 qu'ils commencent à se manifester. A cette date, on trouve à la page 786 du tome LXXV, que les assertions précédentes ne sont pas de tout point conformes à la vérité, et, quelques lignes plus haut, l'auteur assure que les cellules du *Mycorderma vini*, submergées dans un liquide sucré, ne se reproduisent pas, mais qu'elles se gonflent pour la plupart, et que la structure de leur plasma se modifie profondément.

» On voit déjà qu'un nuage se répand sur la question; mais voici une phrase qui jette plus d'obscurité encore sur la pensée de notre confrère. Bien qu'il paraisse disposé à abandonner l'opinion qu'il a conservée dix ans, il n'en dit pas moins à la page suivante (p. 787) :

» Je ne parle pas de ces cas où LES SPORES *semées donnent de la* VRAIE LEVÛRE DE BIÈRE. J'y reviendrai ailleurs. »

» Il était bien à désirer qu'il y revînt, car le lecteur se demande de quelles spores il est question : si c'est de celles du *Penicillium* dont il est parlé plus loin dans le même alinéa, ou si l'auteur appelle ainsi les cellules du *Mycoderma vini*. J'ai déjà dit (t. LXXV, p. 1164) que M. Pasteur, consulté par moi, m'a assuré que c'est de ces dernières qu'il s'agit. Je pourrais multiplier beaucoup les exemples de ces phrases ambiguës qui troublent la discussion.

» Dans cet intéressant travail du 7 octobre, basé sur la submersion des cellules végétales en général et des cellules du *Mycoderma vini* en particulier, lesquelles cellules, ainsi plongées dans un liquide sucré, produisent de l'alcool et de l'acide carbonique, il n'est point fait mention de l'existence de la levûre spontanée. Au contraire, il est expressément dit (t. LXXV, p. 786) que le vase est disposé de telle sorte que l'on n'a point à craindre l'ensemencement par les germes en suspension dans l'air. Ce n'est que le 11 novembre (t. LXXV, p. 1168), après une lecture que je fis à l'Académie, que M. Pasteur parle, ainsi que je le dirai tout à l'heure, de la présence de la *levûre spontanée*, qui vient jeter des doutes dans son esprit et entraver ses conclusions. Enfin, dans sa dernière Communication (p. 1145 de ce volume), il confirme l'existence d'une levûre spontanée et déclare qu'il croit inexacte l'interprétation d'après laquelle il avait admis la transformation du *Mycoderma* en levûre. Et pourtant il prétend que « les articles du *Mycoderma vini* se gonflent par la submersion *et* » *se transforment en cellules qui agissent à la manière des cellules de la levûre* » *alcoolique*, avec production d'alcool et d'acide carbonique; mais ces » cellules n'ont pas, sous ce nouvel état, la faculté de se reproduire. » On voit par là que M. Pasteur accorde au *Mycoderma vini* modifié toutes les qualités des cellules de la levûre, moins la reproduction. C'est presque l'aveu d'une nouvelle erreur. C'est en tout cas un autre exemple de ces assertions ambiguës dont je parlais tout à l'heure; aussi, je crois devoir affirmer à mon tour que, lorsque les cellules du *Mycoderma* grossissent et se transforment en cellules semblables à celles de la levûre, *elles bourgeonnent et se multiplient*. Il ne leur manque rien pour être identifiées aux cellules de la levûre de bière. Je crois donc être autorisé à demander à M. Pasteur comment il s'est assuré que ses mycodermes décomposent le sucre en alcool et en acide carbonique, en présence de la *levûre spontanée* qui se développe simultanément.

» Voilà d'ailleurs une levûre spontanée, dont M. Pasteur n'a certainement pas vu les germes, qui arrive bien à propos pour contrecarrer l'avis

que je soutiens depuis 1868. C'est qu'en effet, dès cette époque, je constatai non-seulement la transformation du *Mycoderma cervisiæ* en levûre de bière, mais aussi j'ai observé le passage de ce *Mycoderma* au *Penicillium*, ainsi que l'avait vu Turpin. Comme, d'un autre côté, les spores du *Penicillium* se changent en *Mycoderma* et en levûre de bière, la démonstration de la parenté de la levûre et du *Penicillium* est aussi complète que possible.

» J'ai indiqué la cause de l'erreur nouvelle de M. Pasteur bien avant qu'il commît cette faute; car, dès 1868, j'ai dit que les *Mycoderma* trop âgés ne se transforment pas en levûre, que les seuls *Mycoderma* jeunes subissent la transformation.

» La conséquence de tout cela est que, si l'on admet cette transformation du *Mycoderma* en levûre, il faut nécessairement reconnaître que la levûre peut se changer en *Mycoderma*, et alors on n'a plus guère de raison pour récuser le passage du *Mycoderma* au *Penicillium*.

» D'un autre côté, on est pénétré d'étonnement de voir que M. Pasteur, qui est connu comme un très-habile expérimentateur, et qui se dit, le 11 novembre, DEPUIS QUATRE MOIS opprimé par des doutes que lui cause la présence d'une levûre spontanée, ait pu faire la longue série d'expériences nécessitée par sa Communication du 7 octobre, sans s'apercevoir qu'il y a dans ses appareils une telle levûre spontanée. Si un tel fait a pu lui échapper aussi longtemps, quelle confiance méritent donc ses assertions. Toutes les fois qu'une telle levûre spontanée naquit dans mes flacons, je m'en suis aperçu tout de suite, et je l'ai proclamé dans trois de mes Communications, dès 1868. C'est pourquoi l'on peut me croire quand j'affirme qu'il n'en existe pas, et que ce sont bien les spores du *Penicillium* et les cellules du *Mycoderma* qui se changent en levûre de bière.

» Quand même une génération spontanée aurait lieu dans les vases de notre confrère, il devrait encore admettre le changement de ses mycodermes en levûre, parce qu'elle est réelle quand ils sont jeunes. Rien n'est plus facile à vérifier, du reste, ainsi que je l'ai dit aux pages 214 et 215 du tome LXVII, où on lit ceci :

« Ce *Mycoderma* (*cervisiæ*) bien développé, bien ramifié, ne détermine pas la fermentation (1), et celle-ci n'en désagrége pas les cellules. Il reste entier avec ses rameaux dans le moût qui fermente. Plongé dans ce moût de bière, il languit, et quand la fermentation est active, le plasma du mycoderme se contracte, et ses cellules se rétrécissent, sans doute par affaissement. »

---

(1) J'ai voulu dire par là que, dans mes vases bien bouchés, il n'y a pas d'effervescence à leur ouverture.

» Le plus ordinairement le plasma se contracte seul. J'ajoute :

« Au contraire, quand des *Mycoderma cervisiæ* jeunes, non encore ramifiés, furent placés dans du moût de bière frais, ou même dans du moût qui avait été conservé en flacon bien bouché pendant vingt jours, et même pendant un mois, les jeunes cellules du Mycoderme grossirent et prirent l'aspect des cellules de levûre les plus actives, c'est-à-dire à plasma homogène blanc et brillant. »

» Tous les savants connaissent quelles peines a causées à M. Pasteur la recherche des germes de la levûre alcoolique. Il s'était imaginé les avoir trouvés, et proclamait pouvoir démontrer que le germe de la levûre est le germe du *Mycoderma vini*. Aujourd'hui que ce n'est plus ce germe qui produit la levûre, il faut avoir recours à un autre.

» Je ferai remarquer à l'Académie combien il est heureux que notre confrère ait trouvé à la levûre la propriété de vivre et de se multiplier au contact de l'air plus rapidement et plus facilement qu'en présence de l'acide carbonique (p. 1146 de ce volume). Je prévois qu'elle le dispensera de chercher désormais la nature des germes. Rien ne s'oppose plus maintenant à ce que les cellules de levûre soient trouvées toutes faites dans l'atmosphère. Il n'en faudra pas moins les montrer tombant sur nos appareils et pénétrant dans l'intérieur des fruits (1).

» Il est à regretter que M. Pasteur n'ait pas dit dans quelles conditions il fait vivre et multiplier sa levûre au contact de l'air. Quel que soit le mode opératoire de notre confrère, il tend à rapprocher physiologiquement la levûre du *Mycoderma* et du *Penicillium*.

» Il est temps que cette discussion ait un terme. Elle fatigue tout le monde. Je veux y mettre une fin, en ce qui me concerne, en montrant que l'opinion de M. Pasteur se modifie sans cesse avec les progrès de la discussion. Je prie l'Académie de me permettre de constater la métamorphose considérable que l'opinion de notre confrère a subie le 11 novembre 1872, à la suite de ma lecture, dans laquelle je disais ceci (t. LXXV, p. 1166) :

« Ce sont toujours, suivant notre confrère, les germes du *Mycoderma vini*, tombés de l'air sur le raisin, qui engendrent la levûre; mais il ne nous dit pas à quels caractères on peut

---

(1) Je saisirai cette occasion pour dire à l'Académie que, le 11 décembre 1872, j'ai mis 24 fruits (18 pommes et 6 poires) chacun dans un vase clos; 16 de ces fruits furent examinés de mars en octobre. Aucun d'eux n'a montré de la levûre dans son intérieur. Les huit autres flacons n'ont pas été ouverts; n'ayant pas eu le loisir de les étudier en temps convenable, leurs fruits sont maintenant complétement altérés. Je continuerai cette expérience.

les distinguer des cellules et des spores de champignons auxquelles ils sont mêlés. Il serait surtout nécessaire de les différencier de ces spores de *Penicillium* que j'ai vues germer sur le raisin, où elles prennent aussi l'aspect de la levûre alcoolique, comme je l'ai dit à la page 988 du tome LXXV, lesquelles spores peuvent en réalité se changer en levûre, quand elles sont placées dans des conditions favorables. Il me paraît évident que la différence d'opinion qui existe sur ce point entre M. Pasteur et moi se trouve dans la circonstance suivante, savoir : que quelques-unes seulement des spores ou cellules de champignons, qui sont à la surface du raisin, se transforment en levûre alcoolique, et que ce sont elles que M. Pasteur regarde comme les germes du *Mycoderma vini* et de la levûre. Ce malencontreux germe cause de bien grands embarras à notre confrère. Aussi m'est-il difficile de concevoir pourquoi cet habile expérimentateur attache tant d'importance à prouver son autonomie. Voyez dans quelle contradiction il est entraîné.... »

» M. Pasteur comprit qu'il fallait opter entre *la négation de la métamorphose du* Mycoderma vini (laquelle métamorphose il professait depuis dix ans) *et l'acceptation de la naissance de la levûre par hétérogénèse*. Il n'hésita pas. C'est alors seulement qu'il fit intervenir une levûre spontanée, et il inséra dans les *Comptes rendus* la note de la page 1168, tome LXXV, dans laquelle il s'exprime ainsi :

« ... Il y a quatre mois, lorsque j'ai voulu rédiger l'ensemble de mes expériences relatives à la transformation des articles du *Mycoderma vini* en levûre, des doutes se sont présentés tout à coup à mon esprit sur la vérité du fait dont il s'agit, et qui, pour M. Trécul, on vient de l'entendre, est toujours indiscutable.... »

» L'expression de ces doutes n'a pas été prononcée à la séance, ainsi que je l'ai fait remarquer le lundi suivant (t. LXXV, p. 1218), il y a tout lieu de croire que ces doutes ont été *fixés*, sinon suggérés, par ce que je venais de dire. Ce qui prouve qu'ils ne dataient pas de quatre mois, c'est que cinq semaines auparavant, le 7 octobre, M. Pasteur faisait à l'Académie sa Communication basée sur la submersion du *Mycoderma vini* et autres cellules végétales, dont j'ai parlé plus haut, et dans laquelle il n'est pas du tout question de l'intervention d'une levûre spontanée. On ne pouvait pas prévoir par cette Communication, que tout le monde a admirée, quel changement allait survenir dans l'avis de notre confrère. A l'assurance de M. Pasteur dans l'affirmation des nouveaux phénomènes qu'il décrivait, personne n'aurait supposé qu'une levûre spontanée les obscurcirait, au moins en ce qui concerne les cellules plongées dans un liquide sucré.

» Malgré la présence de cette fâcheuse levûre, la note de la page 1145 de ce volume n'en attribue pas moins aux cellules du *Mycoderma* submergées *toutes les qualités des cellules de la levûre*, moins la faculté reproductrice, il est vrai. Comme, à l'état normal, ce *Mycoderma* se multiplie par bourgeonnement

comme la levûre, il est probable que M. Pasteur la lui refuse à l'état de submersion, parce qu'il n'a pris en considération, sous ce rapport, que des individus trop âgés, et il n'est pas impossible que les tendances de son esprit l'aient porté à regarder comme levûre spontanée les jeunes Mycodermes transformés en levûre réelle.

» Quoi que fasse M. Pasteur, il revient sans cesse, par la puissance des faits, vers ce phénomène qu'il récuse, la *mutabilité de la levûre*, et vers la parenté de celle-ci avec le *Mycoderma* et le *Penicillium*. La nouvelle opinion de notre confrère sur la végétation de la levûre vient à propos pour réaliser les modifications à sa théorie, que je présentais (à la page 1221, t. LXXV) comme nécessaires. En effet, voici une autre conséquence de la nouvelle assertion de M. Pasteur. La levûre de bière qui était, depuis 1863, le type des *anaérobies* comme le type des *ferments*, puisque ces deux mots étaient synonymes, peut donc à présent devenir *aérobie*, puisque, au contact de l'air, elle vit et se multiplie plus facilement qu'en présence de l'acide carbonique. Que M. Pasteur ne s'y trompe pas, c'est là un pas vers l'état mycodermique, et le *Mycoderma cervisiæ*, c'est du *Penicillium* à courtes cellules. M. Pasteur est donc ramené, malgré lui, vers ce *Mycoderma*, qu'il a destitué de sa faculté de devenir levûre de bière, *en lui accordant*, il est vrai, *les propriétés de cette levûre*. Quelle contradiction!

» Ce n'est pourtant pas là tout. Le vibrion butyrique lui-même a changé quelque peu de physionomie. Autrefois, comme toutes les *anaérobies*, il *était tué* au contact de l'air; aujourd'hui, l'oxygène le prive seulement *de mouvement et d'action comme ferment*. Je suis heureux que mes réflexions consignées aux pages 1221 du tome LXXV, concernant la levûre et la théorie des aérobies et des anaérobies, aient provoqué de nouvelles recherches, qui ont déjà fait faire un tel pas de progrès à cette partie de la question. Que M. Pasteur continue, qu'il cultive les ferments qu'il conserve encore dans le groupe des anaérobies; il n'est pas douteux qu'il ne les voie passer à l'état d'aérobies.

» Tout cela prouve qu'il n'y a pas lieu de partager ces êtres inférieurs en *classe des* ANAÉROBIES *ou* ZYMIQUES et en *classe des* AÉROBIES *ou* AZYMIQUES. Ce mode de distinction est sans fondement sérieux. En effet, les êtres de ces deux catégories se comportent absolument de la même manière; ils prennent de l'oxygène au milieu dans lequel ils vivent, et rendent de l'acide carbonique. Que de la réaction il résulte en outre de l'alcool, de l'eau, de l'acide acétique, etc., peu importe, il y a toujours une combustion, et celle-ci est effectuée par des êtres

qui opèrent dans l'air ou au milieu des liquides; et, certes, M. Pasteur ne peut pas plus refuser le titre de ferment au *Mycoderma aceti*, qui agit à la surface du liquide, qu'au vibrion butyrique ou tartrique et à la levûre alcoolique, qui fonctionnent au sein des liquides. Cela seul montre le défaut de parallélisme des *zymiques* et des *azymiques* avec les *anaérobies* et les *aérobies*.

» M. Pasteur, qui s'était proposé de chercher si ces êtres peuvent passer des aérobies aux anaérobies et *vice versa*, excité par les phénomènes chimiques qu'il observait, avait de la tendance à admettre ce passage. Il l'entrevit, il le constata parfois, mais il recula épouvanté par les conséquences de la modification de la forme des êtres organisés, tant il a peur de l'hétérogénie. Je pourrais citer d'autres observateurs qui lui ressemblent sous ce rapport. M. Béchamp, qui provoque quelquefois les hétérogénistes, est du nombre. En découvrant, dans toutes les matières protoplasmatiques, des microzymas qu'il voit se changer en bactéries, en vibrions ou en amylobacters, ne fait-il pas de l'hétérogénie sans le vouloir? »

M. **Pasteur**, après avoir entendu la lecture de M. Trécul, demande la parole pour y répondre. M. le Président lui faisant observer que l'heure est déjà avancée, et que l'Académie doit se former en Comité secret, M. Pasteur ajourne sa réponse à la séance prochaine.

M. **P.-A. Favre** adresse à M. le Président de l'Académie la Lettre suivante :

« J'ai consacré trente ans aux études calorimétriques. Les faits que j'ai constatés, soit seul, soit avec le concours de feu Silbermann ou de quelques autres collaborateurs, ont pris place dans l'enseignement classique. J'ai été soutenu par les encouragements constants de l'Académie, pendant ces longues et coûteuses recherches. Aujourd'hui, ceux de ses Membres qui ont suivi le progrès de mes travaux avec intérêt, convaincus que, si la méthode que j'emploie dérive de la Physique, leurs résultats éclairent les théories fondamentales de la Chimie, pensent que leur appréciation appartient à la Commission chargée de juger le Concours de Chimie des prix fondés par mon vénérable ami M. Lacaze.

» Me conformant à leur pensée, j'ai l'honneur, Monsieur le Président, de vous faire parvenir une collection de celles de mes publications qui se rapportent à la Thermochimie. »

M. SERRET fait hommage à l'Académie de deux Mémoires qu'il vient de faire imprimer, et qui ont pour titres « Détermination des fonctions entières irréductibles, suivant un module premier, dans le cas où le degré est égal au module » et « Des fonctions entières irréductibles suivant un module premier, dans le cas où le degré est une puissance du module.

M. le SECRÉTAIRE PERPÉTUEL annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. *C.-F. Naumann*, Correspondant de la Section de Minéralogie, décédé à Dresde le 4 décembre 1873.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MINÉRALOGIE. — *Sur les inclusions vitreuses renfermées dans les feldspaths des laves de Santorin;* par M. F. FOUQUÉ.

(Commissaires : MM. Ch. Sainte-Claire Deville, Daubrée, Des Cloizeaux.)

« Les minéraux essentiels des laves de Santorin renferment presque tous des inclusions cristallines ou vitreuses. Ces dernières sont formées par une matière dépourvue d'action sur la lumière polarisée, et creusées ordinairement d'une cavité arrondie, qui, sous le microscope, offre tous les caractères d'une bulle de gaz fixée dans la substance vitreuse (1).

» Je me réserve, dans une prochaine Note, de présenter à l'Académie le résumé des recherches auxquelles je me suis livré sur le gaz contenu dans les bulles. Les détails qui suivent sont relatifs à la distribution de la matière colorante dans les inclusions vitreuses et à la forme de celles-ci. Ces indications sont destinées à compléter les observations micrographiques déjà publiées sur ce sujet par M. Zirkel.

» Dans le labrador de la lave albitique commune de Santorin, la matière des inclusions offre la même coloration générale que la pâte ambiante, mais cette coloration est le plus souvent très-inégalement distribuée. Sur le pourtour de l'inclusion, la matière vitreuse est complétement incolore; elle forme là une petite zone périphérique transparente, régulière dans certains cas, mais découpée plus généralement de dentelures ou de lobes peu profonds.

» La partie principale de la matière vitreuse des inclusions est immé-

(1) Le diamètre maximum des inclusions vitreuses dépasse rarement quelques centièmes de millimètre, et celui de la bulle quelques millièmes.

diatement limitée par la zone transparente; elle forme parfois une coloration uniforme du même ton que la pâte environnante, mais souvent la teinte y est distribuée en plages inégalement foncées, séparées par des lignes irrégulières. Enfin la matière colorante est ordinairement concentrée à la surface de la grosse bulle de gaz et sur la paroi des très-petites bulles qui se présentent fréquemment par myriades dans l'intérieur de la masse vitreuse des inclusions. A la surface de la grosse bulle, cette matière colorante est aussi inégalement répandue; elle manque par places et laisse ainsi apparaître des points incolores, transparents au milieu de parties foncées, de telle sorte que la bulle ressemble parfois à une cellule végétale ponctuée. L'intensité absolue de la coloration de la paroi des bulles est, du reste, extrêmement variable.

» Dans la seconde variété de lave de Santorin (lave à gros cristaux d'anorthite, de pyroxène et de péridot), les inclusions renfermées dans les cristaux d'anorthite offrent une répartition de la matière colorante encore plus inégale. La zone transparente est généralement plus étendue que dans les inclusions contenues dans le labrador de l'autre lave. Comme dans celles-ci, elle affecte souvent des contours irréguliers; cependant, dans le cas le plus général, elle offre une certaine régularité dans sa distribution; elle s'avance de chaque côté vers la partie moyenne de l'inclusion, de manière à figurer à peu près deux triangles adossés par leurs sommets. La portion plus colorée de l'inclusion se trouve comprise entre deux parties transparentes et contient souvent une bulle de gaz dans l'une de ses moitiés. Le maximum de concentration de la matière colorante s'observe aussi à la surface de la bulle.

» Les inclusions vitreuses contenues dans l'anorthite des druses sont caractérisées par la rareté et la petitesse des bulles gazéifères, et aussi par l'irrégularité plus grande, la nuance plus foncée et plus uniforme de la matière amorphe qui compose ces inclusions. Ces cristaux d'anorthite se distinguent encore par la fréquence des inclusions de pyroxène à l'état de masses à contours arrondis, dépourvus de toute apparence cristalline, reconnaissables seulement par la coloration qu'ils présentent entre deux Nicols croisés.

» Cette différence de constitution des deux espèces d'anorthite des laves de Santorin trouve son explication dans la différence probable des conditions qui ont présidé à leur formation; la première ayant été formée vraisemblablement par voie de cristallisation après fusion, et la seconde, par volatilisation de ses éléments.

» Le contour extérieur des inclusions vitreuses renfermées dans ces divers feldspaths a été signalé comme curviligne et tout à fait irrégulier. Cependant, dans la très-grande majorité des cas, il n'en est pas ainsi. Avec un grossissement suffisant, on reconnaît presque toujours que ce contour forme une ligne brisée, dont les parties sont parallèles deux à deux, comme les côtés d'un polygone symétrique par rapport à un point central. En un mot, on dirait que l'on a sous les yeux le contour de la coupe d'un cristal monoréfringent, dont les angles sont plus ou moins émoussés. Les angles du contour de ces inclusions ont été mesurés avec un goniomètre à angles plans, adapté à l'oculaire du microscope. Un pareil instrument ne donne que des mesures approximatives; l'erreur peut atteindre 2 ou 3 degrés; la petitesse de l'objet et la difficulté de superposer les fils du micromètre sur les côtés de l'angle à mesurer empêchent d'obtenir des résultats plus précis. Néanmoins les observations de ce genre fournissent des données intéressantes. Ainsi, quand les inclusions affectent la forme d'un dodécagone, (ce qui est fréquent), on peut vérifier que tous les angles sont très-voisins de 150 degrés; quand elles sont hexagonales, tous les angles sont très-rapprochés de 120 degrés. Dans certains cas, on observe des combinaisons d'angles voisins de 150 degrés et d'angles qui se rapprochent de 120 degrés, et quelquefois en même temps des angles très-peu éloignés de 90 degrés.

» Dans la partie du cristal de labrador qui entoure l'inclusion, on observe aussi parfois de petites cavités allongées, alignées en files linéaires. Or, ces lignes correspondent à trois directions qui se coupent parallèlement à trois des côtés de l'inclusion. Si l'on s'en fiait uniquement à ces indications, on serait tenté de croire que ces inclusions ne sont, en réalité, que des cristaux appartenant à une espèce minéralogique cristallisant dans le système hexagonal régulier, à la néphéline par exemple, mais l'observation réfute surabondamment une telle hypothèse. Les rangées de petites cavités alignées dans un feldspath sont toujours parallèles aux côtés d'une inclusion voisine. Il existe donc là une relation certaine entre la forme de l'inclusion et la structure de la substance feldspathique qui la renferme. Cette relation est encore confirmée par ce fait capital, que toujours les côtés du cristal de feldspath où est logée l'inclusion sont aussi parallèles à quelqu'un des côtés de celle-ci. En un mot, la forme de l'inclusion reproduit celle du cristal qui la contient, tout en offrant généralement un plus grand nombre de côtés. Que doit-on conclure de là, si ce n'est que la matière des inclusions est emprisonnée dans une cavité qui reproduit en

creux la forme du cristal ambiant, et qu'elle est bien réellement vitreuse et amorphe? La fréquence des angles se rapprochant de 150, 120, 90 degrés tient au développement ordinaire des cristaux de labrador parallèlement à la face P, et par suite à la fréquence, dans le champ du microscope, de larges lamelles cristallines taillées dans cette direction. Les différentes facettes qui sont susceptibles de modifier la face P d'un cristal de labrador déterminent, en effet, sur les bords de cette face, la formation d'un périmètre dont les angles plans ont ces valeurs à quelques degrés près.

» Les photographies ci-jointes permettent de reconnaître l'exactitude de presque tous les détails ci-dessus décrits. Ces photographies ont été faites avec un microscope solaire appartenant au laboratoire d'Histologie du Collége de France et au moyen de glaces sèches préparées par M. Stebbing. Elles représentent des agrandissements de 250 diamètres. Pour bien juger les détails qui y sont retracés, il est bon de les examiner avec une loupe douée d'un pouvoir grossissant de 5 à 6 diamètres, de telle sorte qu'effectivement elles donnent une représentation fidèle des objets avec un agrandissement de 1200 à 1500 diamètres. »

PHYSIQUE. — *Détermination du rapport des deux chaleurs spécifiques, par la compression d'une masse limitée de gaz.* Mémoire de M. **E.-H. Amagat**, présenté par M. Balard. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Balard, Edm. Becquerel, Jamin.)

« La méthode la plus simple pour déterminer le rapport des deux chaleurs spécifiques serait évidemment la méthode de MM. Clément et Desormes, sans le phénomène des oscillations de la masse gazeuse à l'orifice, découvert et étudié par M. Cazin ; c'est pour éviter la complication apportée par ce phénomène, que j'ai entrepris les expériences qui font l'objet de ce travail.

» La méthode que j'ai employée consiste à comprimer un volume limité de gaz, pris sous la pression de l'atmosphère, et à déterminer sa pression immédiatement après la réduction de son volume; le volume initial et le volume final se déterminant sans difficulté, il ne reste plus qu'à appliquer la formule de Poisson $pv^{\frac{C}{c}} = p'v'^{\frac{C}{c}}$, dans laquelle l'exposant $\frac{C}{c}$ est l'inconnue de la question.

» Il paraît d'abord difficile de déterminer presque instantanément, avec un manomètre, la pression du gaz, qui commence de suite à se

refroidir; on y arrive cependant assez facilement, en opérant comme je vais l'indiquer.

» La masse gazeuse, immédiatement après la compression, est mise en communication, par l'ouverture d'un robinet, avec un manomètre à huile, réglé d'avance à une pression légèrement inférieure à celle qu'on cherche : de cette sorte, l'ascension du liquide manométrique est très-faible; on referme aussitôt le robinet, et le manomètre reste ainsi à une pression plus voisine que précédemment de celle qu'on doit obtenir. On recommence une nouvelle opération : le manomètre monte encore un peu. On arrive ainsi, après quelques compressions, à ce que le manomètre reste stationnaire au moment de l'ouverture du robinet, et marque alors la pression cherchée. On lit ensuite cette pression sur un manomètre à mercure, disposé de façon à s'équilibrer exactement avec le manomètre à huile, ce dernier restant parfaitement stationnaire.

» La compression du gaz est opérée par une colonne de mercure s'élevant brusquement dans un large tube, qui prolonge le col du ballon dans lequel est enfermé le gaz. La pression est communiquée au mercure par une couche d'huile, chassée par un piston qui se meut dans un cylindre en cuivre et qui est articulé comme celui des machines pneumatiques ordinaires. On évite ainsi la chaleur que développerait le frottement d'un piston comprimant directement le gaz; la compression se fait, du reste, facilement en une demi-seconde; on arrive ainsi à des résultats extrêmement concordants.

» La valeur de la compression n'a jamais dépassé 3 centimètres de mercure; dans ma dernière série d'expériences, la moyenne ne diffère pas de $\frac{1}{10}$ de millimètre du nombre qui s'en écarte le plus.

» En étudiant la marche descendante du manomètre après la compression, j'ai pu faire une légère correction, relative à l'abaissement de température que subit le gaz pendant l'opération, si rapide qu'elle soit.

» J'ai obtenu ainsi, avec l'air atmosphérique :

$$\frac{C}{c} = 1,391 \quad \text{sans correction.}$$

$$\text{et } \frac{C}{c} = 1,397 \quad \text{avec la correction.}$$

» Il est évident, du reste, qu'on pourrait éviter, ou tout au moins atténuer beaucoup l'effet du refroidissement, en employant des appareils d'un volume considérable; le ballon que j'ai employé avait à peine 20 litres,

ce qui ne fait que mieux ressortir ce qu'on pourrait obtenir de cette méthode avec des appareils plus grands que ceux que j'ai pu me procurer.

» Du résultat précédent, on tire, pour équivalent mécanique de la chaleur, le nombre 434, qui ne diffère que d'une unité de celui qui a été trouvé récemment par M. Violle, avec l'appareil de Foucault.

» Une expérience sur l'acide carbonique m'a donné pour résultat $\frac{C}{c} = 1,299$; un accident arrivé à l'appareil a interrompu l'étude de ce gaz. J'ai lieu de croire ce résultat un peu trop fort; le gaz n'était pas, du reste, complétement exempt d'air. »

PALÉOETHNOLOGIE. — *Essai sur la distribution géographique des populations primitives dans le département de l'Oise.* Mémoire de M. **R. Guérin**. (Extrait.)

(Commissaires : MM. de Quatrefages, Daubrée, Roulin.)

« J'ai l'intention de grouper, d'après des signes conventionnels, sur des réductions de la carte d'État-major, l'ensemble des faits, connus de nos jours, qui établissent, par la nature même des objets trouvés, l'habitat et la distribution des populations très-primitives sur le sol de la France. J'ai d'abord limité ce travail au périmètre du département de la Seine, en lui appliquant la méthode et le résultat des recherches commencées et poursuivies de 1865 à 1873 dans le département de la Meurthe.

» Frappé de voir, dans cette dernière région, que ce groupement paraît affecter plutôt certains points du sol que d'autres, j'ai recherché si, dans d'autres bassins, je retrouverais un ensemble de faits pouvant confirmer une loi qui, si elle devenait définitive, pourrait se formuler ainsi :

» 1° En général, et pour l'ensemble des populations dites de l'*époque néolithique*, les stations occupent des reliefs du sol avoisinant, le plus généralement, le cours des vallées.

» 2° La fréquence et l'importance de ces stations humaines sont en raison directe de l'importance de la vallée, et, par suite, les vallées secondaires ou les plateaux qui les bordent recèlent moins de ces débris, à quelques exceptions près, que les vallées principales.

» Sont exceptées, dans une certaine mesure, de ces indications, les régions exceptionnelles par leurs reliefs, ou encore les régions dites *à dolmens*.

» Les observations auxquelles je me suis livré démontrent ces faits pour ce qui est du pays de Lorraine et des Vosges. Dans ce bassin, cinquante-

deux stations humaines ont été découvertes et étudiées par moi, et leur groupement a été relevé aussi exactement que possible.

» Pour aujourd'hui, je me borne à indiquer le résultat de mes recherches dans le département de l'Oise, que des circonstances spéciales m'ont permis d'étudier dans de meilleures conditions que le bassin parisien.

» Dans cette contrée commence réellement, comme on le sait, la région des tourbières. Les vallées de l'Oise, du Thérain, de la Nonette, de l'Authonne, etc., sont surtout les endroits où l'on rencontre ces dépôts de végétaux. Leur importance a cru depuis quelques années, et j'en donnerai une idée en citant ce fait, que la tourbière de Bresles, une des plus importantes du pays, exporte ses produits jusqu'à Paris et donne un revenu annuel de 70 000 francs à la commune. Or, depuis longtemps, les ouvriers employés dans ces exploitations de combustibles ont eu occasion de rencontrer des débris osseux, enfouis profondément, et qui donnent une excellente idée de l'ancienne faune post-quaternaire du pays. De ces débris, les uns sont venus au Muséum, d'autres sont allés à Beauvais, au Musée de la ville, quelques-uns sont encore dans les mains de leurs inventeurs; c'est ainsi que j'ai pu en acquérir un certain nombre pour les Collections du Musée d'Histoire naturelle de Nancy.

» Voici une coupe de la tourbière, dite *de Bresles*, en pleine exploitation; elle représente exactement les caractères des autres exploitations du même genre.

» On observe de haut en bas :

» 1° Gazon et couche mince d'humus.

» Limon blanchâtre, calcaire, coquillier. Il n'est pas constant. Les espèces fossiles sont terrestres et fluviatiles.

» 2° Tourbe bleuâtre, légèrement friable, contenant du sable quelquefois glauconifère (entraîné par des circonstances locales); souvent son épaisseur est de plusieurs pieds. Elle n'est pas employée.

» 3° Tourbe déjà plus compacte, rougeâtre, contenant des coquilles fluviatiles, lacustres.

» 4° Tourbe dite *chanvreuse*, formée de racines entrelacées, extrêmement poreuse et de qualité très-inférieure.

» 5° Tourbe compacte, homogène, noire, très-dense, offrant quelques noyaux pyriteux, ne contenant plus de débris végétaux reconnaissables; c'est surtout, ainsi que la précédente, la couche en exploitation.

» Enfin au-dessous, et reposant sur le fond du bassin, une couche de tourbe brune avec végétaux encore reconnaissables, tels que noisetier, bouleau, aulne, pin, etc. C'est cette couche qui contient surtout les débris osseux. Çà et là, on rencontre dans son épaisseur des troncs d'arbres en place, mais brisés à peu près à 1 mètre au-dessus du sol ancien. On y reconnaît surtout des débris de pins.

» M. le Dr Beaudon a donné, dans le *Bulletin de la Société académique de l'Oise*, 1867, la liste de quarante-huit mollusques observés dans les dépôts tourbeux de la vallée du Thérain.

» Voici, pour les animaux de la série des Vertébrés, la liste des débris connus, ainsi que quelques indications sur leur provenance :

» *Bos bison.* — Localités : Bresles, Rue-Saint-Pierre, Troissereux (musée de Beauvais, musée de Nancy).

» *Bos brachyceros.* — Localités : Bresles, Rue-Saint-Pierre, Sacy-le-Grand (musée de Beauvais).

» *Equus caballus.* — Localités : Bresles, Sacy, Rue-Saint-Pierre (musée de Beauvais).

» *Cervus elaphus.* — Localités : Bresles, Rue-Saint-Pierre, vallée du Thérain (musée de Nancy, musée de Beauvais).

» *Cervus capreolus.* — Localités : Bresles, Rue-Saint-Pierre, marais de Goincourt, de Sacy (musée de Beauvais).

» *Lupus.* — Une demi-mâchoire inférieure droite à Bresles (musée de Beauvais).

» *Sus scrofa ferox.* — Têtes entières : Rue-Saint-Pierre, Sacy-le-Grand, Bresles.

» *Sus palustris* (?). — Un maxillaire inférieur complet (douteux ?) (musée de Beauvais).

» *Castor fiber.* — Une tête entière, marais de Sacy, et maxillaire inférieur : Rue-Saint-Pierre (musée de Beauvais).

» *Erinaceus europæus.* — Bresles (musée de Beauvais).

» *Mustela lutra.* — Rue-Saint-Pierre (musée de Beauvais).

» *Erinaceus europæus.* — Rue-Saint-Pierre, Bresles, Sacy (musée de Beauvais).

» Ces dépôts tourbeux ont fourni des armes de pierre et de bronze; on a trouvé des flèches (têtes), à Bresles, ainsi que des haches polies; il en a été de même aussi pour le marais de Sacy-le-Grand. Le bronze a été rencontré dans les marais de Goincourt, de Sacy, dans ceux de la vallée de Thérain, de la Nonette, à Beauvais même.

» Nulle part encore on n'a trouvé de traces de stations semblables à celles établies en Suisse, sur pilotis; mais, en revanche, on voit que les bords des vallées de l'Oise, du Thérain, de la Nonette, de l'Epte, de l'Authonne, de l'Aisne ont vu naître, se développer et mourir des populations nombreuses. Il suffirait, pour s'en rendre compte, de jeter un coup d'œil sur les tableaux qui accompagnent la carte du département de l'Oise, prouvant ainsi, par le nombre des corps enfouis dans des sépultures nombreuses, la persistance, sur des points déterminés, des populations stables et probablement livrées à l'agriculture.

» Cet ensemble montre aussi, par son mode de groupement, l'importance des vallées déjà à cette époque, et quelles voies ou plutôt quels

sentiers les peuplades avaient suivis pour venir habiter et se répandre sur les plateaux.

» En résumé, le département de l'Oise, pris en particulier, confirme, dans une certaine mesure, les faits que j'avais établis d'après mes observations; s'il se trouvait qu'ils ne fussent pas nouveaux, je puis dire qu'ils ont été observés en dehors de toute espèce de système, simplement et méthodiquement, pendant de longues années.

» J'ai l'honneur de soumettre à l'Académie les deux cartes de nos connaissances actuelles sur ces époques anciennes, dans l'Oise et dans la Meurthe, ainsi que le texte explicatif de la carte de l'Oise. »

VITICULTURE. — *Note sur les mœurs du Phylloxera* (suite); par M. **Max. Cornu**, délégué de l'Académie. (Présentée par M. Dumas.)

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Les nombres donnés dans la Note précédente sur l'intervalle des mues du *Phylloxera vastatrix*, apportent un élément nouveau dans la discussion encore pendante entre MM. Signoret et Lichtenstein. Ces nombres se rapprochent de ceux qui furent cités par M. Lichtenstein, quoique l'intervalle qu'il assigne soit encore plus petit que celui que j'ai observé ; il est possible que la température plus chande du midi de la France suffise à expliquer cette rapidité de développement. Quant à l'opinion de M. Signoret, doit-elle être absolument rejetée? Je ne le pense pas. Cette opinion, selon laquelle l'intervalle des mues serait de quinze à vingt jours, peut-elle s'appliquer à la forme gallicole? Quoiqu'on manque encore de données sur l'intervalle des mues de cette forme, on sait, d'après une observation de M. Balbiani, rapportée par moi avec son assentiment (*Comptes rendus*, 21 juillet 1873), que les deux premières sont assez rapprochées. Mais il faut bien se garder de confondre la durée de l'existence de ces insectes, qui vivent pendant une grande partie de la belle saison, de mai en septembre probablement, sur les feuilles des vignes américaines, avec la durée de leur évolution. La durée de la vie est approximativement connue pour les insectes des galles; elle est d'environ deux ou trois mois (sauf erreur); elle commence et finit avec la galle, qui devient vide et brunit vers l'automne. Chez les individus radicicoles, cette durée est encore inconnue; des expériences directes peuvent seules élucider ce point. Ces deux sortes de Phylloxera sont et demeurent aptères; c'est probablement chez les individus destinés à devenir ailés que les mues présentent un in-

tervalle plus considérable. Dans l'une de mes séries d'observations, je rencontrai une mue de jeune après quatorze jours, et je supposai d'abord qu'elle avait pu passer inaperçue (1); en admettant que l'insecte se fût fixé le dernier parmi tous ceux qui l'entouraient, il resterait encore un intervalle notablement supérieur à celui que présentaient les mues des autres Phylloxeras. On pourrait peut-être attribuer ce retard à une lente évolution destinée à donner l'insecte ailé; je n'ai pas été assez heureux pour constater le changement en nymphe de l'un des individus fixés sur les renflements que j'ai étudiés; je n'ai donc pas de nombres précis à citer. Il y a cependant certains faits qui peuvent montrer, même en laissant de côté celui qui a été rapporté plus haut et qu'on pourrait considérer comme douteux, que le temps nécessité par le développement complet des individus ailés est assez long.

» Une nymphe recueillie sur des renflements récoltés à Montpellier fut mise, le 20 août, en cellule à part, sur un fragment de racine, dans des conditions d'humidité un peu excessives peut-être. Elle était très-allongée, d'une couleur fauve, et munie de tubercules très-noirs et très-visibles; il s'agissait de savoir combien de temps elle pourrait rester dans cet état avant d'effectuer sa dernière mue; un dessin spécial en fut exécuté, et elle fut placée, lors d'un voyage que je fus forcé de faire, le 10 septembre, sur des racines de vigne dans un tube, pour être emportée; les mucédinées ne tardèrent pas à les envahir, et la nymphe périt. Elle avait ainsi vécu sans modifications pendant vingt et un jours au moins.

» Une autre nymphe de même origine, mais de taille plus petite, fut placée le 22 août à côté de la première; elle y demeura sans changement jusqu'au 10 septembre, elle subit le même sort que l'autre : elle a donc vécu sous cette forme dix-neuf jours au moins. Cette deuxième nymphe offrait des tubercules à peine visibles; si l'on étend aux nymphes le fait que j'ai signalé chez les individus aptères, que les tubercules sont de plus en plus nets à mesure que les individus avancent en âge, cet insecte devrait être considéré comme plus jeune que l'autre; il avait cependant une teinte moins vive.

» On pourrait craindre que ces insectes, qui demeurèrent complétement immobiles, ne fussent en réalité depuis longtemps morts, et que l'observa-

---

(1) Sur ce renflement, resté court, se trouvaient d'autres insectes très-voisins dont les mues furent recueillies à cette place même; cette omission est peu probable.

tion ne se rapportât à des cadavres présentant l'aspect de Phylloxeras vivants; mais les Phylloxeras morts, qu'ils soient jeunes ou adultes, ne tardent pas à prendre une teinte brune très-foncée, soit à l'air sec où ils se racornissent, soit dans une humidité excessive où ils se gonflent notablement.

» Cinq nymphes de même origine encore furent mises à part dans des conditions analogues le 23 août; elles étaient, le 7 septembre, toutes mortes et brunies. On peut encore ajouter un fait plus convaincant : dans la cellule qui contenait les deux premières nymphes et où la racine se conserva sans moisissures, fut placée une troisième nymphe qui se porta dans le voisinage du verre, y mourut, brunit et se décomposa. Je pense donc que les observations précédentes sont relatives à deux insectes bien et dûment vivants. Il aurait fallu, comme preuve directe, leur transformation définitive en insecte ailé; jusqu'ici, cette preuve manque. Une forte présomption permet cependant de croire que l'évolution complète de l'individu ailé doit exiger un temps beaucoup plus long que celle des individus aptères ordinaires.

» Parmi les mues, il en est une plus remarquable que les autres : c'est celle de la nymphe, parce qu'elle s'accompagne du déploiement et de la consolidation des ailes. Dans la Note précédente, il n'a été question que des actes préparatoires; dans l'exemple cité, la nymphe mourut avant le complet achèvement de la mue; cette mue ayant été observée dans des conditions meilleures put s'effectuer entièrement.

» Il ne sera pas inutile de donner au préalable quelques détails sur la nymphe jusqu'ici incomplétement ou inexactement décrite.

» Les nymphes rappellent par beaucoup de points les individus aptères ordinaires; leur teinte générale cependant est différente, elle est d'une couleur fauve tirant sur le jaune (surtout vers la région du corselet); elle oscille entre le jaune d'or et le jaune rougeâtre suivant les cas; à cela joignons une forme plus élancée, la longueur paraissant être la même que chez l'aptère adulte et la nymphe n'ayant pas l'abdomen distendu par des œufs. On aperçoit, en outre, sur les côtés, les fourreaux des ailes, ou, pour parler plus exactement, les deux fourreaux des élytres, ceux des ailés étant beaucoup plus petits et cachés par les premiers. Ces fourreaux sont noirs, non à cause de leur contenu qui est d'une grande blancheur, comme on le verra plus loin, mais par le fait de la peau qui a pris une teinte foncée sur toute cette région; elles se montrent comme de petites taches noires qui font paraître l'insecte comme muni d'un étranglement. La teinte

fauve, la forme allongée et comme étranglée au milieu, et les fourreaux des ailes permettent de reconnaître les nymphes au premier coup d'œil; ces caractères sont connus depuis les observations de M. Signoret et surtout de MM. Lichtenstein et Planchon. Les nymphes se rencontrent principalement sur les renflements des radicelles où elles sont et surtout deviennent communes (*Comptes rendus*, 22 septembre 1873, p. 657). Les fourreaux des élytres procèdent du deuxième segment du thorax, celui des ailes du troisième et du quatrième. Les appendices, antennes et pattes, sont colorés en noir, ils sont plus longs que ceux des individus aptères. Ils présentent, avec les organes de ces derniers individus, des différences qui seront étudiées ultérieurement. L'individu dont la nymphe dérive n'est pas encore connu avec certitude.

» Les nymphes sont munies de tubercules très-apparents, correspondant identiquement à ceux des individus aptères tuberculeux, et dont la place est la même, à de très-minimes différences près. La disposition des tubercules a été jusqu'ici décrite avec inexactitude, et le dénombrement en a été imparfait; chez les nymphes, les segments sont très-nettement indiqués et sont franchement transversaux sans replis, sans ondulations; c'est ce qui permet une évaluation plus exacte. Sur la tête, il y a dix tubercules; sur le thorax, divisé en quatre segments, il y en a : douze sur le premier segment, souvent divisé en deux lui-même, huit sur le deuxième, autant sur le troisième, six sur le quatrième; il y en a quatre sur les segments abdominaux, au nombre de six (1): le septième segment, le segment anal, en est dépourvu; il en est parfois de même du segment précédent, qui en présente souvent d'indistincts.

» Les yeux sont latéraux (2), formés d'un petit nombre de facettes; mais

---

(1) Le D[r] Signoret en compte sept, non compris le segment anal. — *Le Phylloxera cause première de la maladie des vignes* (*Annales de la Société entomologique de France*, séance du 22 décembre 1869). MM. Planchon et Lichtenstein ont admis le même nombre et donné une figure analogue. *Le Phylloxera de* 1854 *à* 1873. Montpellier, 1873. La figure est sur la couverture.

(2) C'est dans cette région de la tête que les différences entre la nymphe et les individus aptères tuberculeux sont les plus grandes, et encore sont-elles assez faibles.

Comme la description des formes diverses du Phylloxera sera renvoyée à une date assez éloignée, j'ai pensé qu'il était bon, à propos de la nymphe, d'entamer la question des tubercules. Quoiqu'il ne soit uniquement, dans le texte, question que des nymphes, tout ce qui y est dit s'applique aux individus tuberculeux en général; c'est pour cela que j'ai cité MM. Signoret, Lichtenstein et Planchon.

on aperçoit en dessous les larges yeux de l'ailé qui apparaissent comme une tache foncée; on reconnaît la constitution de ceux de la nymphe, abstraction faite des autres, sur la peau de la mue qu'elle abandonne en se transformant en insecte ailé. Ces yeux sont accompagnés de deux tubercules, l'un supérieur, exactement marginal, l'autre un peu inférieur ou sur le même rang; ce tubercule est la continuation de la rangée des cinq tubercules intermédiaires entre la ligne marginale et la double ligne dorsale, ce qui porte à six les tubercules de cette rangée intermédiaire. On en a donc omis deux jusqu'ici dans chacune de ces lignes intermédiaires.

» On en a omis deux aussi sur la double ligne dorsale à son extrémité sur la région céphalique; il y a sur la tête trois séries de tubercules dans le prolongement de chacune de ces lignes, mais les deux plus voisines de l'extrémité sont très-rapprochées l'une de l'autre; dans l'observation au microscope, la pression de la lamelle détermine souvent un pli qui refoule sur l'autre face de l'insecte les deux derniers tubercules; à sec, on peut les confondre, parce que les deux qui les précèdent sont placés sur une surface courbe et se projettent sur eux; en traitant les Phylloxeras par des réactifs qui les rendent transparents, on se rend compte assez aisément de l'existence de ces trois séries de deux tubercules.

» On a omis aussi de chaque côté un tubercule marginal sur le deuxième et le troisième segment du thorax; chaque série sur ces segments se termine non pas par un tubercule, mais par *deux* tubercules marginaux.

» L'omission la plus singulière est celle d'une rangée de quatre tubercules sur le premier segment du thorax.

» Cela ferait en tout douze tubercules oubliés, si l'on n'avait pas compté en trop un segment abdominal porteur de quatre tubercules.

» Il y a donc en tout 68 tubercules :

10 céphaliques	10
12 + 8 + 8 + 6 thoraciques	34
4 fois 6 abdominaux	24
	68

» Dans l'histoire du Phylloxera, la description de l'insecte lui-même laisse donc encore à désirer; il y a des inexactitudes à relever dans la constitution des pattes, des antennes, la position des yeux, etc...; il en sera spécialement question plus tard. Quant au nombre des tubercules, entre ces divers segments, si semblables les uns aux autres, on peut aisément faire une confusion, que le peu de netteté des tubercules, la cour-

bure des surfaces, l'entre-croisement des plis de la peau viennent encore faciliter.

» La couleur de la nymphe pourrait s'expliquer par celle des globules oléagineux qu'elle contient et qui sont d'un jaune orangé rosé; mais la membrane externe ajoute sa propre teinte à la couleur orangée vue par transparence. Il en est de même chez l'insecte ailé; la transformation et le changement de couleur doivent, avec la plus grande évidence, s'y expliquer ainsi.

» Ce qui frappe au premier coup d'œil, quand on observe un individu ailé aussitôt après la mue, c'est sa couleur; elle est d'un jaune d'or très-vif et très-brillant; le corselet est d'un jaune plus pâle, les ailes sont blanches, les membres flexibles encore et transparents; l'animal est animé d'un mouvement continuel. Il est entièrement dénué de tubercules et n'en prendra pas, quoique la nymphe en soit couverte. Les ailes (élytres et ailes) sont encore chiffonnées et molles; elles sont bouchonnées et forment deux petits amas cristallins; les élytres recouvrent encore les ailes qui sont plus petites et plus visibles; les élytres sont disposées de telle sorte que leur extrémité est repliée en dessous de leur surface. L'insecte les écarte de son corps et les déplie lentement; elles s'allongent peu à peu, mais demeurent encore assez étroites; les plis longitudinaux s'effacent et elles s'étendent de plus en plus. Elles prennent d'abord la forme d'un triangle dont le sommet est à leur insertion, la base étant formée par le pli de l'extrémité repliée en dehors; elles enjambent ensuite l'une sur l'autre, mais leur surface est encore comme gaufrée longitudinalement, l'extrémité se recourbe vers le sol. Les nervures commencent enfin à devenir distinctes et les trachées apparaissent dans leur intérieur. Le corselet dont la membrane est très-blanche se couvre de plis, de plus en plus accentués; l'abdomen a la forme d'une toupie d'Allemagne; les deux derniers segments sont très-allongés. Les élytres s'étendant et commençant à se sécher, on aperçoit à leur surface un pointillé très-fin et très-délicat; les ailes commencent à apparaître en dehors et à s'étendre librement à leur tour.

» A cet instant, le Phylloxera ressemble à une petite mouche de couleur jaune d'or et à ailes très-blanches et cristallines.

» Après un séjour d'un certain temps à l'air, les membranes se durcissent et se consolident, leur teinte se fonce. Les élytres et les ailes deviennent grises, les pattes et les antennes deviennent plus foncées, le corselet est noir, le reste de l'insecte est d'un fauve rougeâtre.

» Cette teinte rouge est due à la superposition de la couleur des glo-

bules graisseux jaune orangé et de la couleur foncée de la peau : telle est l'explication du changement de couleur et des apparences diverses des individus aptères ou ailés. Ce changement est ici assez rapide et se produit au bout d'un jour; chez certains pucerons, je l'ai vu se produire du matin au soir. »

M. **Alph. Milins** adresse l'indication d'un mélange contenant du cyanure de potassium, pour détruire le Phylloxera.

(Renvoi à la Commission.)

M. A. **Commaille** adresse une Note sur la cause de la constance de la chaleur solaire.

(Commissaires : MM. Le Verrier, Faye, Janssen.)

M. **Bonnafont** adresse un Mémoire sur les trombes de mer.

L'auteur reproduit les conclusions déjà formulées par lui en 1859, et insiste sur ce que le mouvement des trombes de mer est ascendant et non pas descendant.

(Renvoi à l'examen de M. Faye.)

M. **Rousset** adresse une nouvelle Note concernant les causes des maladies.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **Ravon** soumet au jugement de l'Académie un nouveau système de calorifère, destiné au chauffage des appartements.

(Renvoi à l'examen de M. le général Morin.)

M. **Dejardin** adresse une Note relative aux problèmes de la trisection de l'angle et de la duplication du cube.

(Renvoi à l'examen de M. Bertrand.)

M. A. **Le Chevalier** prie l'Académie de renvoyer au Concours des Arts insalubres le contenu d'un pli cacheté récemment déposé par lui.

Ce pli sera transmis à la Commission, qui en fera l'ouverture.

CORRESPONDANCE.

M. **Williamson**, nommé Correspondant de la Section de Chimie, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un volume intitulé « l'Empire du Brésil à l'Exposition universelle de Vienne en 1873 ».

M. le **Secrétaire perpétuel**, en signalant à l'Académie un ouvrage de M. *Alph.-Milne Edwards*, intitulé : « Recherches sur la faune ornithologique éteinte des îles Mascareignes et de Madagascar », donne lecture des passages suivants de la Lettre d'envoi :

« Déjà, à plusieurs reprises, j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie les principaux résultats de mes recherches sur ce sujet; aujourd'hui, j'appellerai son attention sur quelques faits nouveaux, qui n'ont pu prendre place dans le travail que je lui présente.

» En 1868, M. Alf. Grandidier avait trouvé à Madagascar plusieurs ossements appartenant à l'oiseau gigantesque que I. Geoffroy Saint-Hilaire a désigné sous le nom d'*Æpyornis maximus;* ces pièces nous avaient permis d'étudier, d'une manière plus complète qu'on n'avait pu encore le faire, les caractères anatomiques et les affinités naturelles de cette espèce éteinte. Le même voyageur a pu se procurer, plus récemment, d'autres parties du squelette de ce singulier oiseau, et je puis vous annoncer que les conclusions auxquelles nous étions arrivés précédemment sont complétement en accord avec les faits fournis par l'examen de ces ossements.

» Le plus important est un tarso-métatarsien ou os du pied, qui complète la charpente solide du membre inférieur, et nous permet d'en déterminer exactement les dimensions. Jusqu'à présent, nous n'avions pu évaluer qu'approximativement la taille de l'animal, parce que l'os du pied que nous avions à notre disposition était incomplet; mais les calculs que nous avions faits se rapprochaient beaucoup de la vérité, car nous avions attribué à cet os environ 37 centimètres et, en réalité, il a $38\frac{1}{2}$ centimètres, ce qui donne, pour la longueur totale de la jambe, à l'état d'extension forcée, environ $1^{m},35$. Un fragment du bassin indique que l'*Æpyornis* différait beaucoup plus des *Dinornis* de la Nouvelle-Zélande qu'on ne le croyait d'après la conformation des pattes. La comparaison de ces deux types ornithologiques éteints et si différents de tous ceux que nous offre aujourd'hui la classe des Oiseaux, m'a été facilitée par l'envoi que M. le docteur J. Hasst a bien voulu me faire d'une magnifique Collection comprenant plusieurs squelettes de *Dinornis*, qui sont déposés au Muséum et seront bientôt mis sous les yeux du public dans les galeries d'Anatomie comparée.

» L'*Æpyornis* était beaucoup plus massif que les *Dinornis* les plus lourds, tels que le *D. Elephantopus*. Son corps était plus large et plus robuste, ce qui s'accorde d'ailleurs avec ce que nous avions déjà dit en parlant des vertèbres. »

GÉOLOGIE. — M. le **Secrétaire perpétuel** présente à l'Académie, au nom de l'auteur, un volume intitulé : « Exploration géologique du Beni Mzab, du Sahara et de la région des steppes de la province d'Alger, par M. *Ville* », et donne lecture des passages suivants de la Lettre d'envoi :

« L'Ouvrage que j'ai l'honneur d'offrir à l'Académie fait suite au *Voyage d'exploration dans les bassins du Hodna et du Sahara*, que j'ai publié en 1868.

» Dans ce nouvel Ouvrage, j'ai pour but essentiel de déterminer les points où la recherche des eaux jaillissantes offrait le plus de chances de succès. Cette recherche est nécessairement basée sur l'étude de la constitution géologique du sol.

» 1° *Constitution géologique du pays situé entre Negoussa et Laghouat, et comprenant le Sahara et le Beni Mzab.* — Le terrain qui s'étend du sud au nord, entre Negoussa et Laghouat, renferme un vaste plateau de craie blanche qui constitue en grande partie le Beni Mzab, et qui est entouré de tous côtés par le terrain quaternaire. Des oasis importantes, celles de Metlili, de Guerrara, de Ghardaïa et ses quatre annexes, et de Berrian ont été créées par les Mozabites, race énergique et intelligente, dans les vallées profondément encaissées qui découpent cette région essentiellement plate.

» J'ai étudié spécialement les chances de succès que présente l'exécution des puits artésiens, soit dans le terrain quaternaire, composé essentiellement de calcaire parfois gypseux à la surface et d'argiles, de sables et de grès en profondeur, soit dans le terrain crétacé, composé essentiellement de couches de dolomies cristallines d'un gris jaunâtre, contenant intercalés des bancs d'argile et de gypse. Le fond des trois grandes vallées qui découpent toute cette région en coulant du nord-ouest au sud-ouest offre des chances de réussite. On devrait partir de la dépression d'Ouargla, où il existe de nombreux puits jaillissants indigènes, et remonter l'Oued Mzab, l'Oued en Nça et l'Oued Zegrir, qui vont se perdre dans cette dépression. Les puits artésiens pourraient atteindre une profondeur de 100 mètres.

» Les eaux du Beni Mzab sont généralement de très-bonne qualité comme boisson et sont très-appréciées par les voyageurs qui viennent de traverser la région quaternaire comprise entre l'Oued Rhir et Ouargla, où les eaux sont de qualité détestable.

» 2° *Constitution géologique de la région des steppes.* — Dans la région des steppes, qui s'étend du sud au nord entre Laghouat et Boghar, existe une vaste dépression fermée, sorte de méditerranée dont le fond est occupé par deux grands lacs salés appelés Zahrez. On peut signaler, dans la zone méridionale de ces steppes, les terrains suivants : 1° Le terrain crétacé comprenant le terrain néocomien, la craie chloritée, la craie blanche; 2° le terrain quaternaire saharien; 3° le terrain d'alluvions anciennes; 4° le terrain d'alluvions actuelles.

» Le terrain crétacé présente, aux environs de Laghouat un système particulier de cuvettes montagneuses, isolées les unes des autres. On y trouve, en allant de haut en bas, des couches de dolomies, de gypse et de grès quartzeux, alternant avec des marnes violettes. Quelques sources importantes émergent du terrain crétacé. Leur débit pourrait être augmenté par des coups de sonde d'une faible profondeur.

» Le terrain quaternaire présente les mêmes caractères minéralogiques que sur la lisière nord du Sahara. Les ravinements qu'il a subis ont produit les dépressions que suivent

les cours d'eau actuels. Le débit de ces derniers a diminué à la suite des siècles et le niveau des eaux a également baissé. A une époque très-reculée, les pluies diluviennes devaient être très-fréquentes dans cette région, et hors de proportion avec les pluies de l'époque actuelle.

» Les massifs montagneux de la région centrale des steppes appartiennent à la formation crétacée, de même que ceux de la région méridionale. Ils présentent la même alternance de roches. On y trouve des fossiles nombreux qui permettent de constater la présence des étages suivants : terrain miocène, craie blanche, craie chloritée.

» Les couches crétacées forment, en général, de grandes ondulations qui sont propres à l'existence de nappes souterraines. La puissance de ces dernières est favorisée par les pluies souvent considérables qui tombent sur les massifs montagneux entourant le Zahrez et par la vigoureuse végétation arborescente qui couvre ces massifs.

» Il existe sur la lisière méridionale du bassin des Zahrez une bande très-étroite de terrain tertiaire supérieur et qui prend un plus grand développement sur les bords de l'Oued Melah, en amont du rocher de sel. Il y forme une espèce de golfe de 8 kilomètres de large qui affleure au milieu de la chaîne crétacée du Djebel Sahari. Les couches pliocènes étant plus ou moins perméables à cause de leur nature sableuse, leur plongement général au nord-ouest les rend propres à fournir des eaux jaillissantes, ou du moins ascendantes, dans un trou de sonde qui, probablement, n'aurait pas une grande profondeur.

» Le Zahrez Rharbi et le Zahrez Chergui sont de vastes salines naturelles enclavées dans le terrain quaternaire. Elles pourraient livrer au commerce d'immenses quantités de sel de bonne qualité, si une voie ferrée allant de Laghouat à Boghar et remontant la vallée de Chétif jusqu'à Amourah et Affreville, les reliait au chemin central d'Alger à Oran. Aujourd'hui elles ne sont exploitées que pour les besoins des tribus arabes qui les entourent. Le Zahrez Rharbi (de l'Ouest) reçoit sur sa rive méridionale un affluent, l'Oued Malah, qui passe au pied du rocher de sel de Rang el Melah, et un autre affluent, l'Oued Hadjera, qui passe au pied du rocher de sel d'Aïn Hadjera. Ces deux gîtes de sel gemme sont très-remarquables par leur constitution géologique. Le sel y est associé à des argiles gypseuses bariolées et à une roche éruptive, de telle sorte qu'on peut les considérer comme le résultat d'éruptions boueuses, gypso-salines, qui sont sans doute contemporaines, et se sont produites à travers une double enveloppe de terrain crétacé inférieur et de terrain tertiaire supérieur, au commencement de la période quaternaire.

» Le long des rives méridionales des deux Zahrez, il y a une ligne de dunes, qui ne sont autre chose que le prolongement des couches quaternaires qui se relèvent au sud, contre le flanc du Djebel Sahari. Elles se composent généralement de sables quartzeux jaunâtres, alternant avec quelques assises d'argiles bitumineuses noires et de sables argileux tenaces, sur lesquels la stratification est nettement accusée. Au milieu des dunes traversées par l'Oued Kaurirech, affluent du Zahrez Rharbi, on observe des couches de calcaire très-dur et une couche de gypse de 1 mètre de puissance. Au sommet d'une dune, située au sud du Zahrez Chergui, il y a une couche horizontale de travertin calcaire, de $0^{m},30$ d'épaisseur. En coupant les dunes, du nord au sud, on remarque que leurs sommets se trouvent sur une surface à peu près plane, qui se relève en pente douce contre les montagnes crétacées du sud. Tous ces faits prouvent que les dunes du bassin des Zahrez ne sont pas le résultat de l'accumulation des sables apportés par les vents. Ce sont des couches régulières de sables de

la période saharienne ou quaternaire, qui ont été déposées par des eaux douces ou saumâtres. Les vents modifient légèrement le relief extérieur des dunes, qui peut varier d'un jour à l'autre; mais la masse générale des sables ne se déplace pas et les dunes sont aujourd'hui dans la même position qu'elles occupaient à l'origine de la période géologique actuelle.

» Il existe, en plusieurs points des bords du Zahrez Rharbi, des sources d'eau douce, qui, par leur température élevée et à peu près constante en toute saison (18°,50 à 21 degrés) et leur situation au milieu d'un sol plat, loin de tout accident de terrain, doivent être considérées comme des sources jaillissantes naturelles. L'une de ces sources, appelée *Moeta Dejedean*, est d'autant plus remarquable qu'elle jaillit au milieu de la nappe d'eau salée du Zahrez Rharbi. Les couches quaternaires, formant une véritable cuvette, dont le Zahrez occupe le fond, il était à présumer que les puits artésiens donneraient de l'eau jaillissante à proximité des bords du lac. Cette prévision a été couronnée de succès, quatre sondages ont été exécutés sur les bords du Zahrez Rharbi.

» La zone septentrionale de la région des steppes, outre les formations géologiques citées précédemment, renferme au nord-ouest un très-petit affleurement de terrain jurassique, et au nord-est un îlot assez considérable de calcaire nummulitique, celui de Birin. Le terrain pliocène y est entièrement caché par les vastes dépôts quaternaires qui constituent les plaines de cette région. Il a été reconnu en profondeur dans les sondages de Chabounia et de Sbitéia. A l'exception de l'époque des pluies d'hiver, il y a généralement très-peu d'eau courante dans le haut Chélif qui est le fleuve de l'Algérie dont le bassin a le développement le plus considérable. Aussi comme il traverse des plaines immenses de terrain quaternaire, resserrées parfois entre des massifs montagneux de terrain crétacé, ces détroits paraissent favorables pour la concentration des nappes souterraines et la recherche des eaux jaillissantes. Certains massifs crétacés de cette région sont remarquables par les sources abondantes d'excellentes eaux potables qui en sortent et qui vont se perdre à peu de distance de leur origine dans les plaines quaternaires. Plusieurs de ces sources sont de véritables rivières, on citera l'Aïn Zerguin qui débite 200 litres par seconde.

» 3° *Constitution géologique de la lisière sud du Tell.* — La lisière méridionale du Tell est formée principalement par le terrain tertiaire moyen qui renferme un grand nombre de sources d'eau potable dont plusieurs sont dues à l'existence de nappes aquifères ascendantes. L'inclinaison des couches varie de manière à former de grandes ondulations très-favorables, par suite de la composition minéralogique du terrain, à la production de nappes souterraines qu'on pourrait amener au jour au moyen de puits artésiens dont la profondeur ne dépasserait pas 300 mètres probablement.

» Les sources miocènes surgissent, la plupart, à la séparation des grès et des marnes. Elles sont produites par les eaux de pluie qui s'infiltrent à travers les fissures des bancs de grès, sont arrêtées par les marnes et arrivent au jour en glissant à la surface des couches de marne par un trajet oblique sur la ligne de plus grande pente de ces dernières.

» Plusieurs sources émergent par siphonnement, d'après le mécanisme des eaux jaillissantes. On citera les sources de Boghar et celles de la nappe aquifère qui affleure entre Rharbia et Aïn el Abiod, au sud Aïn bou Cif. Ces faits ont une grande importance, parce qu'ils indiquent la possibilité d'obtenir des eaux jaillissantes dans les ondulations que présentent les couches tertiaires.

» Les sources qui émergent à travers les fissures des bancs de grès sont, en général, fraîches, limpides et de bon goût. Les eaux qui coulent ensuite à la surface des marnes tertiaires deviennent louches et prennent un goût saumâtre fort désagréable. Le débit des sources pourraît être augmenté, pour la plupart d'entre elles, au moyen de travaux de puits et de galeries souterraines.

» La température des diverses sources d'eau potable a varié entre 15 et 19 degrés dans la partie montagneuse et froide du terrain tertiaire moyen. On a trouvé 21 degrés centigrades pour les sources salées des Rebaïa, près d'Harmela. Cette dernière température provient, sans doute, de ce que ces sources sont de véritables sources jaillissantes, passant sur un gîte de sel gemme, qui se trouve à une certaine profondeur sous le sol.

» Les sources du terrain crétacé du sud ont souvent un débit beaucoup plus considérable que les sources du terrain tertiaire moyen du nord, et leur température est parfois plus élevée : elle atteint 27 degrés pour les eaux potables. Cela tient en grande partie à ce que les sources crétacées viennent d'une plus grande profondeur que les sources tertiaires.

» Je présente, dans la sixième partie, des considérations générales sur les sources naturelles du Sahara et de la région des steppes de la province d'Alger, et je fais connaître la composition chimique des eaux de ces contrées. Plusieurs de ces sources sont thermales simples, c'est-à-dire qu'elles doivent leur haute température à la profondeur d'où elles proviennent. J'indique les rapports existant entre la composition et l'âge géologique des terrains traversés par les eaux; j'ai ramené à une même formule les eaux potables des divers groupes que j'ai été amené à établir. Ainsi, pour 1 en poids de matières salines, je donne la proportion des divers genres de sels, chlorures, nitrates, sulfates, carbonates, silice et silicates, contenus dans la composition moyenne de chaque groupe d'eau. On voit ainsi facilement comment les eaux diffèrent en passant d'un terrain à l'autre. Les eaux des terrains quaternaires sont, en général, beaucoup plus chargées de matières salines que celles des autres terrains et, par suite, elles sont moins convenables pour la boisson. Elles contiennent plus de chlorures, et notamment plus de sel marin que les eaux quaternaires du Sahara de la province de Constantine. Elles sont donc plus propres que ces dernières à former des salines naturelles. Aussi trouve-t-on, dans les steppes de la province d'Alger, les grands lacs salés des Zahrez qui renferment des masses de sel marin beaucoup plus considérables qu'aucun des Cholls de la province de Constantine.

» Une carte géologique en trois feuilles, et à l'échelle de $\frac{1}{400000}$, est jointe au Mémoire. »

M. le **Secrétaire perpétuel**, en présentant à l'Académie la « Carte agronomique de l'arrondissement de Vouziers (Ardennes) par MM. *Meugy* et *Nivoit* », extrait de la Lettre d'envoi les renseignements suivants :

« Cette Carte, au $\frac{1}{40000}$, est la reproduction de celle du Dépôt de la Guerre, agrandie au double par la photographie.

» Nous aurions pu séparer complétement l'étude du sol superficiel de celle du sous-sol; mais, si le sous-sol ne détermine pas seul la composition de la terre qui le recouvre, il conserve presque toujours une influence prédominante sur cette composition; en outre, il

imprime au relief topographique son caractère particulier; il exerce sur la végétation une action de premier ordre, par la manière dont il se comporte à l'égard des eaux pluviales; enfin il est essentiel à connaître, pour la recherche des gîtes d'amendements, des engrais minéraux, des sources, etc.

» Nous avons donc été conduits à prendre une grande division géologique comme base de la classification des terres, dans l'arrondissement de Vouziers; à faire, en d'autres termes, une Carte *géologique agronomique*. Des teintes conventionnelles s'appliquent aux étages géologiques, que nous avons cherché à subdiviser autant que possible, afin de limiter le nombre de roches que chacune d'elles devait comprendre.

» Nous avons fait nos efforts pour que notre Carte parlât aux yeux, en rappelant la nature et les propriétés générales des terrains renfermés dans un même compartiment géologique. Ainsi, nous avons représenté les trois éléments fondamentaux de la terre végétale, le sable, l'argile et le carbonate de chaux, par des couleurs particulières. Les terrains marneux, ceux où la glaise et le sable jouent le principal rôle, comme les terrains des sables verts, où se trouvent les nodules phosphatés, si appréciés des agriculteurs, sont également représentés par des teintes spéciales. Les alluvions anciennes sont distinguées des alluvions modernes.

» Chacun des compartiments géologiques porte, en outre, des lettres indiquant la nature du sol superficiel. Ces lettres sont affectées d'un indice, variant de 1 à 5, et destiné à renseigner sur le degré d'humidité des terres.

» La Carte est accompagnée d'un volume de texte, partagé en six Chapitres.

» Le Chapitre I (*Description physique*) donne des renseignements sur la topographie du sol et sur l'hydrographie.

» Dans le Chapitre II (*Description agronomique et minéralogique*), chaque terrain est décrit par ses caractères topographiques, son étendue, sa répartition, sa constitution minéralogique, les matières utiles qu'il peut fournir, la composition chimique des terres végétales qui le recouvrent, les cultures auxquelles il donne lieu, l'hydrographie souterraine. Les terres les plus riches de l'arrondissement de Vouziers sont celles qui recouvrent l'argile à briques ou le limon des alluvions anciennes.

» Dans le Chapitre III (*Culture*), nous passons en revue les diverses cultures de l'arrondissement, en indiquant l'étendue qu'elles occupent, leur répartition sur les divers terrains, les sols qui leur conviennent le mieux, leur rendement, les améliorations dont elles sont susceptibles (terres labourables, terres plantées, prés, vignes, bois, landes), les procédés d'irrigation, de reboisement, etc.

» Dans le Chapitre IV (*Engrais et amendements*), nous étudions les engrais et amendements divers qui se trouvent à la disposition du cultivateur : fumier de ferme, engrais humain, engrais d'origine animale et d'origine végétale, engrais et amendements d'origine minérale, engrais industriels. Le sol de l'arrondissement de Vouziers est particulièrement riche sous ce rapport, car on y trouve en abondance des nodules de phosphate de chaux, des marnes et des pierres à chaux de bonne qualité. Un certain nombre d'industries laissent, en outre, comme résidus utilisables, des matières qui ont fait l'objet d'études spéciales de notre part : telles sont les sucreries, les distilleries, les brasseries, les huileries, les tanneries, etc.

» Le Chapitre V contient des données concernant la population, dans ses rapports avec la nature du terrain, le mode d'exploitation du sol, les matériaux de construction et les voies de communication.

» Enfin le Chapitre VI donne une description de chacune des cent vingt et une communes de l'arrondissement; c'est celui qui sera consulté avec le plus de fruit par le cultivateur. »

M. le **Secrétaire perpétuel** donne lecture de la Lettre suivante, qui lui est adressée par M. *A. Poëy*, concernant les « Rapports entre les taches solaires, les orages à Paris et à Fécamp, les tempêtes et les coups de vent dans l'Atlantique nord » :

« Veuillez me permettre, monsieur le Secrétaire, de compléter mes dernières recherches sur les rapports entre les taches solaires et les ouragans (1). J'ai trouvé que les orages à Paris et à Fécamp coïncident, ainsi que les ouragans aux Antilles, avec les maxima des taches; mais quant aux tempêtes et aux coups de vent violents de l'extrême nord de l'Atlantique, cette coïncidence s'est, au contraire, présentée avec les minima des taches.

» Le tableau ci-joint embrasse 1067 orages, compris dans la période de 1785 à 1872, et qui se trouvent inscrits dans les registres météorologiques de l'Observatoire de Paris, correspondant aux mois d'avril, mai, juin, juillet, août et septembre. M. E. Marchand, qui en fait lui-même le dépouillement, a eu la bonté de me remettre une copie de ces précieux documents. Ce savant m'a encore communiqué les 310 orages qu'il a observés à Fécamp, de 1853 à 1872, pendant ces mêmes mois. Je dois enfin à l'extrême obligeance de M. W. von Freeden, directeur à Hamburg des Observatoires maritimes de l'Allemagne, les 829 tempêtes et coups de vent observés dans l'Atlantique nord sur les routes des bâtiments à vapeur de la compagnie *Lloyd*, allant de la Manche à New-York et *vice versa*. Ces 829 coups de vent violents correspondent aux nos 10, 11 et 12 de l'échelle de Beauford, et sont désignés sous le nom de tempêtes ou *whole Gales*. De 1860 à 1867, nous avons environ 100 tempêtes par an; sur un total de 374 voyages, on trouve une moyenne de 2 coups de vent no 10 par voyage, et par chaque intervalle de six jours de voyage, une moyenne de 1 coup de vent d'au moins six heures de durée. Si l'on comptait les vents du no 9 comme des tempêtes, on aurait, suivant M. von Freeden, 2500 tempêtes dans ces huit années.

» La distribution des orages à Paris, de 1785 à 1872, embrasse huit périodes maxima de taches solaires, dont *six* concordent avec les maxima d'orages, ce sont celles de 1804, 1816, 1829, 1837, 1860 et 1870; la période de 1789 présente une hausse, mais en même temps elle offre, en 1794, un second maximum d'égale valeur, et à égale distance entre le maximum et le minimum suivant; la période de 1848 s'élève également avec un retard de trois ans. Maintenant, des huit périodes minima, *cinq* coïncident avec les taches : celles de 1784, 1798, 1823, 1833 et 1856; la période de 1844 n'est pas bien tranchée, parce que les orages augmentent après avoir graduellement baissés à partir du maximum de 1837; mais il est vrai qu'ils diminuent considérablement jusqu'en 1847, trois ans après, pour re-

(1) Voir les *Comptes rendus*, séance du 24 novembre, p. 1222.

monter au maximum suivant de 1848; la période de 1867 fait défaut. Enfin la période de 1810 offre un maximum considérable en place d'un minimum. C'est l'unique et étrange anomalie que l'on observe dans ces seize périodes des orages, dont *onze* correspondent aux périodes des taches solaires, *deux* sont assez satisfaisantes, *deux* sont douteuses, puis *une* est entièrement manquée.

» En comparant ce résultat avec celui que j'ai déjà obtenu pour les ouragans des Antilles, on voit que les six périodes maxima des orages correspondent aux mêmes six périodes maxima des cyclones, sauf celle de 1860 qui nous a offert le maximum de ces perturbations dans l'océan Indien sud, concordant avec le transport des taches vers l'hémisphère solaire austral. Pour la période des orages de 1789, on voit un second maximum en 1794 d'égale valeur, et l'on trouve de même pour les ouragans un léger maximum en 1792. Il y a encore dans les ouragans et dans les orages un retard pour la période de 1848, qui est seulement plus considérable pour les derniers. Quant aux cinq périodes d'orages et d'ouragans concordant avec les taches, elles sont exactement les mêmes, sauf celle de 1784, que j'ai présentée comme douteuse pour les ouragans; mais, considérant que l'année 1783 n'en présente point, le maximum aurait pu s'anticiper de plus d'une année, ainsi qu'il arrive quelques fois. La baisse de 1847, pour les orages, se retrouve dans les ouragans, bien que moins considérable. Dans la période de 1867, les cas d'ouragans ne sont pas assez nombreux pour permettre une comparaison exacte. Finalement la période de 1810, faisant défaut à la fois dans les ouragans et les orages, présente un maximum, en 1810, pour les premiers et en 1811 pour les derniers, puis un second maximum en 1813 de part et d'autre. Ainsi la répartition des orages à Paris, et des ouragans aux Antilles, paraît correspondre d'une manière frappante aux périodes maxima et minima des taches solaires, non-seulement à l'égard de leurs coïncidences, mais encore par rapport à leurs discordances. Une telle concordance entre deux perturbations de nature différente et sous des latitudes tellement éloignées, ne peut avoir qu'une origine cosmique.

» Dans la répartition des orages à Fécamp, le minimum de 1856 et le maximum de 1860 se sont anticipés à peu près d'une année sur les périodes des taches solaires; le minimum de 1867, comme dans les orages à Paris, fait défaut; enfin le maximum de 1870 coïncide, ainsi qu'à Paris, un an après le maximum des taches.

» Si l'on envisage les 829 tempêtes et coups de vent violents de l'extrême nord de l'Atlantique, dans le trajet de la Manche à New-York, on trouve que le minimum de cas correspond au maximum des taches solaires de 1860, et le maximum de cas au minimum des taches de 1867; mais ce fait nouveau s'expliquerait probablement par la circonstance suivante : M. von Freeden a trouvé que le plus grand nombre de ces tempêtes a lieu entre les méridiens de 32 et de 57 degrés ouest; qu'il y a une différence de 12 pour 100 entre cette zone et celle d'égale étendue comprise entre 7 et 32 degrés; que cette différence est très-frappante pour l'intervalle entre 32 et 47 degrés, et qu'elle n'a lieu qu'avec les vents de l'ouest; que dans la zone de 57 à 76 degrés, les tempêtes du nord-est sont bien plus nombreuses que dans les autres sections, tandis qu'en dehors de la Manche, entre 7 et 32 degrés, les tempêtes de l'est sont remarquablement plus fréquentes, mais qu'elles ne disparaissent pas dans le dernier tiers de la route aussi complétement que celles de l'ouest; que les vents de l'est sont manifestement plus nombreux sur les côtes est et ouest de la zone centrale comprise

entre 32 et 47 degrés. M. von Freeden conclut que les parties centrales de l'Atlantique nord forment le point de départ, aussi bien pour les vents d'ouest qui soufflent vers l'Europe, que pour les vents d'est qui soufflent vers l'Amérique; car c'est principalement entre ces méridiens que descend le courant polaire froid, amenant avec lui les glaces arctiques, et que le vent s'échappe de cette large zone pour se répandre dans l'atmosphère plus chaude de ses limites orientales et occidentales (1).

» J'ajouterai qu'avant 1857 le capitaine R. Inglis avait fixé la limite ouest du courant équatorial entre les méridiens à 40 et 50 degrés ouest, dans le trajet de Liverpool à New-York. A cette limite, le courant équatorial descend, souffle du sud-ouest, tandis que le courant polaire souffle du nord au nord-nord-est, et, par leur collision, il se produit un vent d'ouest constant entre 40 degrés de longitude ouest et l'Angleterre, extrêmement favorable pour les voyages de retour. Le capitaine H. Toynbee remarque que la limite ouest du courant équatorial, assignée par M. Inglis, correspond à la limite est de la première rencontre des eaux froides, en partant d'Angleterre, et où les perturbations des vents du nord sont très-fréquentes. Ce savant a prouvé que le contact des eaux froides et des eaux chaudes donne lieu à un renversement des vents régnants, analogue aux brises de terre et de mer, ainsi qu'à des coups de vent et à des tempêtes vers une de ces limites (2).

» D'après M. von Freeden, c'est principalement en décembre et en janvier qu'eurent lieu les 829 tempêtes signalées dans le tableau. Les vents de l'ouest au nord-nord-ouest prédominent, ensuite viennent ceux du nord à l'est-nord-est, le chiffre le moins élevé étant celui des vents de l'est au sud-sud-ouest; mais les tempêtes les plus violentes commencent généralement du sud-sud-ouest; le vent tombe tout à fait et saute ensuite en passant par le sud; il tourne alors rapidement au nord-ouest, ou, pour mieux dire, le vent froid et dur du nord-ouest fait éruption avec une force insurmontable dans le courant raréfié du sud-ouest.

» Nous avons donc, au centre même de l'Atlantique, deux systèmes de tempêtes, les unes produites par la prédominance du courant polaire et le refoulement du courant équatorial à la limite de contact entre les eaux froides et les eaux chaudes du gulf-stream : ce sont les tempêtes hivernales et européennes; les autres, inversement produites à cette limite par la prédominance du courant équatorial et le refoulement du courant polaire : ce sont les vrais ouragans de l'équinoxe, qui nous arrivent de la région intertropicale, à partir de 10 degrés de latitude nord. Le rapport que je trouve maintenant entre ces deux systèmes de perturbations cycloniques et les taches solaires consiste en ce que la prédominance et l'énergie du courant polaire correspondrait aux *minima* des taches, tandis que la prédominance et l'énergie du courant équatorial correspondrait aux *maxima* des taches. Mes études sur ces deux courants antagonistes ne sont pas encore terminées; mais, dès à présent, je puis annoncer, d'après une série d'observations de 1810 à 1866, que des deux vents généraux qui règnent alternativement dans le détroit de Gibraltar, celui de l'est correspond à la période

---

(1) *Mittheilungen aus der Norddeutschen Seewarte.* Hamburg, 1870. N° 111, p. 1-55.

(2) *Report on the Meteorology of the North Atlantic.* London, 1869. Non-Official. — N° 2, p. 9-11.

minima des taches solaires, et celui de l'ouest, à la période *maxima* des taches ; ce dernier, comme les ouragans du sud-ouest, provenant des Antilles.

Périodes maxima et minima des taches solaires, des orages à Paris et à Fécamp, et des tempêtes dans l'extrême nord de l'Atlantique.

TACHES.	ORAGES A PARIS. Années.	ORAGES A PARIS. Cas.	TACHES.	ORAGES A PARIS. Années.	ORAGES A PARIS. Cas.	ORAGES A FÉCAMP. Cas.		TEMPÊTES (OCÉAN ATLANTIQUE). Cas.	
Minim. 1784,8	1785.... 10			1830.... 14	27				
	1786.. — 8	22—		1831.... 13					
	1787.... 14		Minim. 1833,8	1832.... 14	22—				
Maxim. 1789,0	1788.... 20	28		1833.. — 8					
	1789.... 8			1834.... 18	31				
	1790.... 10	25		1835.... 13					
	1791.... 15		Maxim. 1837,2	1836.... 17	40+				
	1792.... 12	20		1837.. +23					
	1793.... 8			1838.... 19	40				
	1794.... 20	28		1839.... 21					
	1795.... 8			1840.... 7	22				
	1796.... 8	20		1841.... 15					
	1797.... 12			1842.... 12	21				
Minim. 1798,5	1798.... 8	13		1843.... 9					
	1799.. — 5		Minim. 1844,0	1844.... 22	36				
	1800.... 6	12—		1845.... 14					
	1801.... 6			1846.... 8	11				
	1802.... 13	22		1847.... 3					
	1803.... 9		Maxim. 1848,6	1848.... 11	21				
Maxim. 1804,0	1804.... 9	21		1849.... 10					
	1805.... 12			1850.... 9	15				
	1806.. +16	28+		1851.... 6					
	1807.... 12			1852.... 17	34				
	1808.... 13	26		1853.... 17		 9			
	1809.... 13			1854.... 10	19	 12	19—		
Minim. 1810,5	1810.... 16	42		1855.... 9		... — 7			
	1811.... 26		Minim. 1856,2	1856.... 8	19	 11	27		
	1812.... 11	30		1857.... 11		 16			
	1813.... 19			1858.. — 5	15—	 20	42+		
	1814.... 10	20		1859.... 10		... +22			
	1815.... 10		Maxim. 1860,2	1860.... 8	24+	 9	31	... —25	75 —
Maxim. 1816,8	1816.... 12	28		1861.... 16		 22		 30	
	1817.... 16			1862.. +17	21	 16	25	 81	204
	1818.... 11	32+		1863.... 4		 9		 123	
	1819.. +21			1864.... 6	16	 9	30	 107	179
	1820.... 15	27		1865.... 10		 21		 72	
	1821.... 12		Minim. 1867,2	1866.... 10	19	 12	31	.. +199	391+
Minim. 1823,2	1822.... 23	29		1867.... 9		 19		 192	
	1823.. — 6			1868.... 13	18	 16	34		
	1824.... 6	17—		1869.... 5		 18		Total...	829
	1825.... 11		Maxim. 1870,7	1870.... 11	25+	 16	34+		
	1826.... 10	29		1871.... 14		 18			
	1827.. +19			1872.. +21		... +28			
Maxim. 1829,5	1828.... 18	33+							
	1829.... 15			Total...	1067	Total...	310		

Nota. — Les périodes des orages et des tempêtes, marquées + et —, coïncident avec les périodes des taches solaires. Pour les orages, sur huit maxima, six concordent; sur huit minima, cinq concordent.

Le minimum des tempêtes correspond au maximum des taches, et le maximum des tempêtes au minimum des taches.

Errata au dernier tableau des ouragans : *lisez* sur onze minima, cinq concordent.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Note préliminaire sur les éléments existant dans le Soleil;* par M. N. Lockyer. (Présentée par M. Dumas.)

« Dans une Communication présentée à l'Académie, le 30 décembre 1872, j'ai démontré que le caractère sur lequel on s'appuyait pour reconnaître qu'un métal existait ou n'existait pas dans le Soleil, c'est-à-dire la présence ou l'absence des raies les plus brillantes et les plus fortes de ce métal dans le spectre solaire, n'était pas un caractère absolument sûr, et que la démonstration la plus certaine était la présence ou l'absence des raies les plus longues de ce métal, ces longues raies étant celles qui persistent le plus dans le spectre après que la pression de la vapeur a diminué.

» J'ai dit, dans cette Communication, à propos de l'essai en question : « Ce caractère nous permettra bientôt, sans doute, de déterminer la présence de matières nouvelles dans l'atmosphère du Soleil; et l'on voit » déjà, en consultant la dernière Table des éléments solaires, par Thalén, » qu'on doit, d'après les résultats donnés par la nouvelle méthode, ajouter » le zinc, l'aluminium et peut-être le strontium aux éléments inscrits sur » cette Table. »

» En vue de poursuivre ces recherches dans les conditions les plus avantageuses, il sera nécessaire de dresser des cartes complètes des raies longues et courtes de tous les éléments. Cependant il n'est pas absolument indispensable d'attendre qu'une série complète de ces cartes ait été exécutée pour commencer des recherches préliminaires, car les listes des raies, données par les différents observateurs, peuvent servir à établir quelles sont les raies les plus longues ou les plus courtes, parce que j'ai démontré que les raies reconnues à une température basse ou bien fournies par une faible proportion de métal, ou bien encore par un de ses composés chimiques, sont précisément celles qui apparaissent les plus longues quand on observe le spectre complet de la vapeur pure et dense.

» Quant aux différentes listes ou cartes publiées par les divers observateurs, on sait qu'il a été employé des températures très-différentes pour produire les spectres : quelques savants se sont servis de l'arc électrique avec une batterie très-puissante; d'autres ont employé l'étincelle d'induction avec ou sans la bouteille de Leyde. Dans certains cas, on a mis en usage les chlorures des métaux ; dans d'autres, on a opéré sur des échantillons des métaux eux-mêmes.

» Il est donc évident que cette diversité dans les méthodes ou dans les

produits ne peut manquer d'amener des différences dans les résultats, et, en comparant plusieurs tables ou cartes des spectres entre elles, nous trouvons sur quelques-unes une grande quantité de raies qui sont omises sur les autres. Lorsqu'on se reporte aux méthodes employées pour dresser ces tables, on reconnaît de suite que les listes les plus complètes proviennent des observateurs qui ont employé les batteries d'une grande puissance et les électrodes métalliques, tandis que les listes les moins riches sont données par les observateurs qui emploient de faibles batteries ou des chlorures. Les listes de ces derniers donnent seulement les raies les plus longues; celles qu'ils omettent, et qui sont signalées par les premiers, sont les raies les plus courtes.

» Dans les cas où je n'ai pas pu tracer moi-même le spectre, par la nouvelle méthode d'observation mentionnée dans mon Mémoire, j'ai considéré les raies les plus longues comme étant ainsi approximativement déterminées, car il paraissait désirable, à cause du grand nombre de raies non dénommées dans le spectre solaire, de rechercher de suite les plus longues raies des éléments, sans attendre que les cartes fussent complétement dressées.

» M'étant décidé à faire cette recherche préliminaire, je voulus me tracer une route en m'assurant s'il existait quelque qualité qui pût établir une différence entre les éléments déjà reconnus dans le Soleil et ceux que l'on n'y avait pas découverts. Dans ce but, je chargeai mon préparateur, M. R.-J. Friswell, de préparer deux listes des principaux caractères chimiques des éléments dont la présence était déjà reconnue, et de ceux que l'on n'avait pas trouvés dans le Soleil. Ce travail fut fait en prenant un certain nombre des composés les mieux connus de chaque élément, tels que ceux qui sont formés par l'oxygène, le soufre, le chlore, le brome ou l'hydrogène, et en les classant en stables ou instables. Lorsqu'il n'existait pas de composé, on l'indiquait.

» Deux tables furent donc dressées, l'une contenant les éléments solaires, l'autre plus considérable, contenant les éléments non solaires, d'après nos connaissances du moment.

» Ces tables me démontrèrent, par leur comparaison, qu'en général les éléments solaires connus forment des composés d'oxygène stables.

» J'ai dit en général, parce que la différence n'était pas absolue, mais elle était assez forte pour me décider à commencer mes opérations par la recherche, dans le Soleil, des éléments disposés à créer des oxydes forts.

» Le résultat, jusqu'à présent, est que le strontium, le cadmium, le

cuivre, le cérium et l'uranium, ajoutés aux éléments de la liste de Thalén (*), semblent, très-probablement, devoir exister dans la couche absorbante du Soleil. Si, dans la suite, la présence du cérium et de l'uranium dans le Soleil se confirme, le groupe des métaux du fer s'y trouvera au complet.

» Comme contre-épreuve, on rechercha les métaux qui forment des oxydes instables, tels que l'or, l'argent, le mercure. On n'en trouva aucun.

» Le même résultat négatif se présenta quand on rechercha les raies dues à l'étincelle de la bouteille de Leyde, éclatant dans le chlore, le brome, l'iode et autres corps non métalliques du groupe formant des combinaisons avec l'hydrogène.

» D'autres recherches m'ont amené aux conclusions suivantes :

» I. L'absorption de quelques gaz élémentaires ou composés est limitée à la partie la plus réfrangible du spectre, quand les gaz sont rares, et gagne graduellement la partie violette et finalement l'extrémité rouge du spectre, à mesure que la pression s'accroît.

» II. L'absorption générale et l'absorption sélective de la lumière de la photosphère et, par conséquent, la température de la photosphère du Soleil sont beaucoup plus grandes qu'on ne l'a supposé.

» III. Les raies des composés d'un métal avec l'iode, le brome, etc., sont généralement observées dans l'extrémité rouge du spectre, ce qui vient corroborer l'absorption dans le cas de la vapeur d'eau.

» Ces spectres, comme ceux des métalloïdes, sont séparés spectroscopiquement de ceux des éléments métalliques par leur apparence en colonnes ou en bandes.

» IV. Il n'y a, très-probablement, aucun composé habituellement présent dans la couche absorbante du Soleil.

» V. Quand un composé métallique en vapeur, comme ceux dont il est question au n° III, est dissocié par l'étincelle, les bandes spectrales du composé s'effacent et les lignes les plus longues du métal apparaissent, suivant la température employée.

» Quoique notre connaissance des spectres des étoiles soit malheureusement bien incomplète, j'extrais les faits suivants des observations si délicates et si habiles faites par Rutherfurd et par le P. Secchi.

» VI. Le Soleil, autant que nous pouvons en juger par son spectre, peut être considéré comme le représentant d'une classe (β) et l'intermédiaire

---

(*) Dans ces derniers jours j'ai déterminé rigoureusement l'existence de potassium.

entre les étoiles (α) ayant un spectre de même nature, mais beaucoup plus simple, et les étoiles (γ) dont le spectre est beaucoup plus compliqué et d'une nature différente.

» VII. Sirius, comme type de la classe (α) est la plus brillante, et, par conséquent, la plus chaude (?) des étoiles de notre ciel du nord. On sait, d'une manière certaine, qu'elle contient de l'hydrogène; les autres raies métalliques sont extrêmement fines et indiquent seulement la présence d'une faible proportion de vapeurs métalliques, tandis que les *raies de l'hydrogène dans cette étoile sont énormément élargies;* ce qui montre que la chromosphère est en grande partie composée de cet élément.

» Il y a d'autres étoiles brillantes de la même classe : on peut nommer α Lyræ.

» VIII. Comme types de γ, les étoiles rouges peuvent être citées; leur spectre est composé d'espaces cannelés et de bandes : d'où il suit que les couches absorbantes de ces étoiles contiennent probablement des métalloïdes ou des composés, ou peut-être l'un et l'autre, en grande quantité, et dans leur spectre non-seulement l'hydrogène manque, mais les raies métalliques sont réduites en épaisseur et intensité, ce qui, au point de vue indiqué au n° V, indiquerait que les vapeurs métalliques sont *entrées en combinaison.* Il est naturel de supposer que ces étoiles sont à une température plus basse que celle de notre Soleil.

» Je me suis demandé si ces faits, groupés ensemble, ne pourraient pas justifier l'hypothèse (*) que, dans les couches absorbantes du Soleil et des étoiles, plusieurs ordres de dissociations célestes seraient en train de s'accomplir et empêcheraient le rapprochement des atomes, qui, à la température de la Terre et à toutes les températures artificielles qu'on ait pu atteindre jusqu'ici, composent les métaux, les métalloïdes et les composés connus.

» D'après cette hypothèse, les corps que nous appelons *éléments,* et qui ne se trouvent pas dans les couches absorbantes des étoiles dont la température est très-exaltée, seraient en voie de formation dans l'atmosphère coronale et en voie de destruction à mesure que la densité de leur vapeur les ferait descendre; et non-seulement leur absorption serait faible en conséquence de la réduction de pression de cette région; mais, quelle que fût cette absorption, elle serait probablement limitée, entièrement ou en grande partie, *à l'extrémité invisible ultra-violette du spectre* dans le cas

---

(*) *Working hypothesis.*

des corps simples, tels que les gaz purs, leurs combinaisons et le chlore. (*Voir* I.)

» La démonstration spectroscopique relative à ce qu'on peut appeler la *plasticité* des molécules des métalloïdes, comprenant, bien entendu, l'oxygène et l'azote, mais excluant l'hydrogène, est si absolue, que l'absorption de l'iode, quoique généralement ce corps soit transparent pour la lumière violette, peut être poussée en partie dans le violet du spectre, ainsi que je l'ai trouvé en répétant une expérience du docteur Andrews sur le dichroïsme de l'iode, dans laquelle j'ai observé le spectre, car l'iode en solution dans l'eau ou dans l'alcool se départit aussitôt de ses qualités d'absorption ordinaires et arrête la lumière violette.

» La comparaison préliminaire de l'absorption ordinaire du spectre d'une couche de 6 pieds de chlore ne rend pas improbable que le chlore, à une basse température, soit la cause de quelques-unes des lignes de Frauenhofer dans le violet, quoique, comme je l'ai dit d'abord, je n'aie rien obtenu d'évident à l'égard de l'interversion des raies brillantes du chlore vues dans l'étincelle de la bouteille de Leyde.

» Il y a aussi une coïncidence apparente entre quelques-unes des raies de Frauenhofer et quelques raies d'absorption de l'iode à faible température.

» Si des recherches subséquentes confirment cette hypothèse pratique, il semble probable que les météorites de fer se relieront aux étoiles métalliques, et les météorites pierreux aux étoiles caractérisées par des métalloïdes ou des composés. Parmi les métaux du groupe du fer, connus dans le Soleil, le fer et le nickel sont ceux qui y existent en plus grande quantité, ainsi que je l'ai reconnu par le nombre des raies renversées. On pourrait aussi se reporter à d'autres faits frappants, tels que la présence de l'hydrogène dans les fers météoriques.

» Une spéculation de physique très-intéressante, qui se rapporte à cette hypothèse, est de savoir l'effet qui serait produit sur la période de durée de chaleur d'une étoile, en supposant que les atomes primaires dont l'étoile est composée sont en possession de l'excès d'énergie potentielle de combinaison dont cette hypothèse les a doués. Depuis les premières phases de l'existence de l'étoile, la dissipation de l'énergie mettrait en action, à tout moment, une nouvelle quantité de chaleur qui servirait ainsi à prolonger sa vie.

» Si les chimistes s'emparaient de cette question, qui surgit de l'évidence spectroscopique, de ce que j'ai appelé la *plasticité des molécules des métalloïdes* prise dans son ensemble, il se pourrait aussi qu'une grande

partie de la puissance de variation qui est accordée à présent aux métaux fût reportée aux métalloïdes. Je ne puis qu'indiquer ce fait; autant que j'en puis juger, les changements d'atomicité se produisent dans les cas où les métalloïdes sont intéressés et jamais quand les métaux seuls sont en question.

» Comme exemple, je puis citer les combinaisons triatomiques formées par le chlore, l'oxygène, le soufre, etc., dans les cas des métaux tétrades ou hexades.

» Ne pourrions-nous, d'après ces données, définir avec justesse un métal, en disant que c'est une substance dont le spectre d'absorption est généralement le même que le spectre de radiation, tandis qu'un métalloïde serait une substance dont le spectre d'absorption différerait généralement du spectre de radiation? En d'autres termes, cela signifie qu'en passant d'un état chaud à un état comparativement froid, la plasticité de ces derniers entre en action, et nous obtenons un nouvel arrangement moléculaire.

» Ne sommes-nous pas alors autorisés à demander, par exemple, si la transformation de l'oxygène en ozone ne serait pas simplement un type d'un phénomène propre à tous les métalloïdes? »

CHIMIE. — *Sur la nature des éléments chimiques.* Observations présentées par M. **Berthelot**, à propos de la Communication de M. *N. Lockyer.*

« Je pense qu'il faut énoncer avec réserve l'hypothèse d'une décomposition progressive de tous les corps, sous l'influence d'une température croissante, laquelle ramènerait d'abord les substances composées aux éléments simples actuellement reconnus des chimistes, puis ceux-ci à des éléments plus simples encore, soit identiques avec certains de nos éléments actuels, soit même complétement nouveaux.

» En effet les corps simples, tels que nous les connaissons, possèdent certains caractères positifs qui n'appartiennent pas aux corps composés : telles sont les relations qui existent entre la chaleur spécifique d'un corps, sa densité gazeuse et son poids atomique, relations indépendantes de la température.

» Les gaz simples, sous le même volume et la même pression, absorbent tous à peu près la même quantité de chaleur pour s'élever de 1 degré, ce qui paraît répondre à un même accroissement de force vive. Sous le même volume, leurs poids absolus sont d'ailleurs proportionnels à leurs poids atomiques, ces derniers étant définis par les rapports pondéraux des com-

binaisons. De là une relation entre les poids atomiques et les chaleurs spécifiques des éléments : c'est la loi de Dulong et Petit, découverte d'abord, comme l'on sait, par l'étude des corps solides. En effet, les poids atomiques des éléments solides absorbent aussi des quantités de chaleur, les unes identiques, les autres doubles les unes des autres. On pourrait dire toutes identiques, à deux ou trois exceptions près, si l'on adoptait les poids des atomistes modernes; mais on ne retrouverait alors ni une conformité exacte entre les nouveaux poids atomiques des métaux et les volumes gazeux qu'ils occupent, ni une conformité exacte entre les nouveaux poids atomiques des métaux et leurs chalenrs spécifiques sous la forme gazeuse, chaleurs spécifiques dont la signification théorique est cependant mieux définie que sous la forme solide. Quoi qu'il en soit de ce dernier point, la loi de Dulong, pour les gaz simples et même pour les corps solides, caractérise nos éléments chimiques.

» Or ces éléments tendent à conserver leur chaleur spécifique dans les combinaisons. On a remarqué, depuis longtemps, que le produit de la chaleur spécifique d'un corps composé solide, par son poids atomique, c'est-à-dire sa chaleur spécifique atomique, ne diffère guère de la somme des produits analogues relatifs à ses éléments : la chaleur spécifique atomique d'un corps composé solide est à peu près la somme des chaleurs spécifiques de ses composants solides, relation qui a été vérifiée par des centaines d'observations numériques, telles que les déterminations de chaleurs spécifiques par M. Regnault, par Neumann et, dans ces derniers temps, par M. Kopp. En admettant avec Dulong que les atomes de tous les éléments possèdent une chaleur spécifique identique, on voit que la chaleur spécifique atomique d'un corps composé solide sera égale à cette valeur commune multipliée par le nombre des atomes qui forment le composé.

» Les mêmes relations existent, d'après l'expérience, pour les gaz composés formés sans condensation, tels que le bioxyde d'azote, l'acide chlorhydrique et l'oxyde de carbone. Il y a plus : M. Clausius et la plupart des physiciens qui se sont occupés de la théorie mécanique de la chaleur admettent que cette relation doit être générale pour les chaleurs spécifiques des gaz composés, prises à volume constant et dans l'état de gaz parfait.

» Sans aller jusqu'à ce terme un peu hypothétique, et sans sortir du domaine de l'expérience, il convient de remarquer, d'une part, que les poids atomiques des gaz composés, déterminés par des considérations

purement chimiques, occupent en général le même volume gazeux, et, d'autre part, que la quantité de chaleur nécessaire sous pression constante pour élever de 1 degré un certain volume d'un gaz composé et formé avec condensation est, sans aucune exception, supérieure à la quantité de chaleur absorbée par le même volume d'un gaz simple sous la même pression; l'écart est d'autant plus grand que la composition du gaz est plus compliquée, comme le montrent les expériences de M. Regnault sur les chaleurs spécifiques des gaz et des vapeurs.

» Ces faits étant admis, il est facile d'assigner quels caractères devrait offrir un des corps actuellement prétendus simples, s'il était formé en réalité par la réunion de plusieurs autres de nos éléments combinés entre eux, ou bien par la condensation de plusieurs atomes d'un même élément, cette combinaison ou cette condensation étant supposée comparable à la combinaison ou à la condensation qui donne naissance aux corps composés actuels.

» S'il s'agissait de l'un de nos corps gazeux, réputé à tort élémentaire, il devrait être formé sans condensation par l'union de ses deux éléments hypothétiques; car les gaz composés formés sans condensation sont les seuls qui présentent la même chaleur spécifique que les gaz simples, sous le même volume. Tous les autres gaz composés possèdent une chaleur spécifique beaucoup plus forte et qui tend à se rapprocher de la somme de celles de leurs éléments. Mais, d'autre part, le poids atomique de l'élément prétendu, déterminé par la loi de Gay-Lussac, serait égal à la moyenne des poids atomiques des composants et non pas à leur somme.

» D'où il suit qu'il ne peut exister d'élément tel que son atome chimique soit formé par la réunion d'un certain nombre d'atomes identiques d'un autre élément, à la façon de nos corps composés actuellement connus; il n'existe pas d'élément polymère jouant le même rôle chimique que l'élément non condensé dont il dérive, c'est-à-dire au sens des composés polymères de la Chimie organique, dont le poids atomique est la somme des poids atomiques de leur composant.

» Précisons ces idées par un exemple. Nous pouvons comparer une série d'éléments dont les poids atomiques sont à peu près multiples les uns des autres. Tels sont

L'hydrogène, dont le poids atomique est égal à............	1
L'oxygène, environ..	16
L'azote...	14

pour nous borner aux gaz dont on a mesuré la chaleur spécifique. Or, si l'oxygène résultait de l'association de 16 atomes d'hydrogène, au même

sens que le bioxyde d'azote résulte de l'association de 1 volume d'azote et de 1 volume d'oxygène, il faudrait qu'il occupât un volume à peu près 16 fois aussi grand : sinon la chaleur spécifique de l'oxygène, telle qu'elle a été mesurée par M. Regnault, ne satisferait pas aux lois des chaleurs spécifiques des corps composés (1). De même l'azote devrait occuper un volume 14 fois aussi grand. On voit par là que les lois des chaleurs spécifiques gazeuses, déterminées par expérience, établissent une différence profonde entre nos éléments actuels et leurs combinaisons connues ou vraisemblables; cette différence est indépendante de la température.

» Les mêmes différences existent pour les corps composés solides, comparés avec les éléments solides. Soient, en effet, une série d'éléments semblables, multiples d'une même unité, tels que les éléments thioniques :

Le soufre, dont le poids atomique est égal à..	$16 \times 2 = 32$
Le sélénium, voisin de..................	$16 \times 5 = 80$
Le tellure............................	$16 \times 8 = 128$

» Les poids atomiques de ces éléments sont absolument définis : au point de vue physique, par leurs densités gazeuses, prises à une température suffisamment haute; au point de vue chimique, par leurs combinaisons avec un même groupe d'éléments, tels que l'hydrogène et les métaux. En particulier, ils forment, avec l'hydrogène,

L'acide sulfhydrique................	S^2H^2,
L'acide sélénhydrique.............	Se^2H^2,
L'acide tellurhydrique.............	Te^2H^2,

composés dont la condensation est pareille.

» A première vue, il semble que l'on puisse comparer cette série d'éléments avec une série de carbures d'hydrogène, diversement condensés, mais jouissant de propriétés chimiques pareilles. Tels seraient :

L'éthylène, dont le poids atomique est égal à		$14 \times 2 = 28$
L'amylène,	»	$14 \times 5 = 70$
Le caprylène,	»	$14 \times 8 = 112$
L'éthalène,	»	$14 \times 16 = 224$

» Les poids atomiques de ces carbures sont absolument définis : au point de vue physique, par leur densité gazeuse; au point de vue chimique, par leur combinaison avec un même groupe d'éléments, tels que l'hydro-

(1) A volumes égaux, ce qui est plus rigoureux au point de vue des chaleurs spécifiques, la pression de l'oxygène devrait être 16 fois aussi grande que celle de l'hydrogène.

gène, le chlore, etc. En particulier, ils forment, avec l'hydrogène, les hydrures suivants :

Hydrure d'éthylène	$(C^4 H^4) H^2$,
Hydrure d'amylène	$(C^{10} H^{10}) H^2$,
Hydrure de caprylène	$(C^{16} H^{16}) H^2$,
Hydrure d'éthalène	$(C^{32} H^{32}) H^2$.

» Entre la série des éléments thioniques et la série des carbures éthyléniques, le parallélisme est évidemment fort étroit; une opinion des plus autorisées s'appuie sur ces analogies pour rapprocher certaines séries de corps simples avec les séries des corps composés.

» Mais ce rapprochement ne s'étend pas jusqu'aux chaleurs spécifiques. En effet, les chaleurs spécifiques du soufre, du sélénium, du tellure, pris sous l'unité de poids, sont en raison inverse de leurs poids atomiques, c'est-à-dire que leurs chaleurs spécifiques atomiques ont la même valeur, conformément à la loi de Dulong.

» Au contraire, les chaleurs spécifiques des carbures polymères qui viennent d'être cités sont à peu près les mêmes sous l'unité de poids, d'après les déterminations que l'on en connaît, c'est-à-dire que leurs chaleurs spécifiques atomiques sont multiples les unes des autres, étant proportionnelles à leurs poids atomiques.

» Entre les corps composés que nous connaissons et leurs polymères, il existe donc cette relation générale, que la chaleur spécifique atomique d'un polymère est à peu près un multiple de celle du corps non condensé.

» Au contraire, la chaleur spécifique atomique demeure constante pour les divers éléments dont les poids atomiques sont multiples les uns des autres. Les mêmes difficultés existent pour l'hypothèse d'un corps simple dont le poids atomique serait la somme des poids atomiques de deux autres.

» Il y a donc entre les propriétés physiques des éléments et celles de leurs composés une opposition singulière et qui donne à réfléchir; elle est d'autant plus importante que la notion de chaleur spécifique est une traduction du travail moléculaire général, par lequel tous les corps sont maintenus en équilibre de température les uns avec les autres. Cette opposition ne prouve nullement, et je ne voudrais pas que l'on se méprît sur ma pensée à cet égard, l'impossibilité théorique de décomposer nos éléments actuels; mais elle définit mieux les conditions du problème et elle conduit à penser que la décomposition de nos corps simples, si elle pouvait avoir lieu, devrait être accompagnée par des phénomènes d'un tout

autre ordre que ceux qui déterminent jusqu'ici la destruction de nos corps composés. »

M. **Dumas** : « Les remarques de notre savant confrère, M. Berthelot, sont parfaitement correctes, en tant qu'elles s'appliquent au mode de vibration de l'éther que nous appelons *chaleur*. Elles ne s'appliqueraient plus à tout autre mode de vibration, à celui qui est nécessaire peut-être pour décomposer un corps réputé simple. Comme il veut bien rappeler le rapprochement que j'avais fait, autrefois, entre les radicaux organiques et les éléments minéraux, il me permettra d'ajouter que les *différences* qu'il signale entre eux m'étaient bien connues (*Leçons de Philosophie chimique*, 1836, p. 280) et qu'elles ne m'avaient pas semblé suffisantes pour combattre les conclusions dérivées des *analogies* saisissantes que j'avais signalées un peu plus tard.

» Mais M. Berthelot accorde, en terminant, tout ce que sont disposés à admettre les personnes qui pensent que ce qui doit prédominer, dans ces questions, c'est le sentiment de la *continuité* dans les caractères des êtres et dans les phénomènes de la nature.

» Pour ne laisser, du reste, aucun doute sur la pensée propre de M. Lockyer, je communique une Lettre qu'il m'a écrite à ce sujet :

5, Alexandra Road, Finchley Road, London N. W., 3 décembre.

« Je vous envoie quelques exemplaires des photographies des spectres des métaux solaires dont je m'occupe à présent. Par un nouveau procédé, j'ai réussi à obtenir plusieurs spectres métalliques et le spectre solaire sur la même plaque, de sorte qu'au lieu d'observer 60 lignes par jour, je peux en photographier 3000 et obtenir leurs coïncidences EXACTES avec les lignes de Frauenhofer.

» J'espère vous envoyer, dans quelques jours, un Mémoire dans lequel j'explique le nouveau procédé et où j'en montre quelques résultats.

» Dans ces derniers jours, j'ai tracé dans le Soleil les métaux suivants : cadmium, strontium, cérium, uranium, plomb et potassium.

» Il semble que plus une étoile est chaude, plus son spectre est simple, et que les éléments métalliques se font voir dans l'ordre de leurs poids atomiques.

» Ainsi nous avons :

» 1° Des étoiles très-brillantes où nous ne voyons que l'hydrogène *en quantité énorme* et le magnésium ;

» 2° Des étoiles plus froides, comme notre Soleil, où nous trouvons :

$$H + Mg + Na$$
$$H + Mg + Na + Ca, Fe, \ldots;$$

dans ces étoiles, pas de métalloïdes.

» 3° Des étoiles plus froides encore, dans lesquelles *tous les éléments métalliques sont*

ASSOCIÉS, où leurs lignes ne sont plus visibles, et où nous n'avons que les spectres des métalloïdes et des composés.

» 4° Plus une étoile est âgée, plus l'hydrogène libre disparaît; sur la Terre, nous ne trouvons plus d'hydrogène en liberté.

» Il me semble que ces faits sont les preuves de plusieurs idées émises par vous. J'ai pensé que nous pouvions imaginer une « *dissociation céleste* », qui continue le travail de nos fourneaux, et que les métalloïdes sont des composés qui sont dissociés par la température solaire, pendant que les éléments métalliques monoatomiques, dont les poids atomiques sont les moindres, sont précisément ceux qui résistent, même à la température des étoiles les plus chaudes. »

» J'ai reçu de M. Lockyer de nouveaux documents; j'attendrai son autorisation pour les mettre sous les yeux de l'Académie. Peut-être serait-il utile d'en avoir pris connaissance, avant d'aller plus loin dans la discussion d'une question dont il a si soigneusement considéré tous les aspects.

» En résumé, quand je soutenais devant l'Académie que les éléments de Lavoisier devaient être considérés, ainsi qu'il l'avait établi lui-même, non comme les éléments *absolus* de l'univers, mais comme les éléments *relatifs* de l'expérience humaine; quand je professais, il y a longtemps, que l'*hydrogène* était plus près des *métaux* que de toute autre classe de corps, j'émettais des opinions que les découvertes actuelles viennent confirmer et que je n'ai point à modifier aujourd'hui. »

ANALYSE. — *Note sur l'identité des formules données par* Cauchy (*) *pour déterminer les conditions de convergence* de la série de Lagrange, *avec celles qui ont été établies par* Lagrange *lui-même* (**); *par* M. **L.-F. Ménabréa.**

» Étant donnée l'équation

$$x = u + qf(x), \tag{1}$$

le terme général de la série de Lagrange correspondant à cette équation est

$$\frac{q^n}{1\ldots n}\,\frac{d^{n-1}f(u)^n}{du^{n-1}}. \tag{2}$$

D'après Cauchy, la série sera *convergente* ou *divergente*, selon que le plus

(*) *Mémoire sur divers points d'Analyse* (*Mémoires de l'Académie des Sciences de Paris*, t. VII).

(**) *Nouvelle Méthode pour résoudre les équations littérales*, § 4 (*Histoire de l'Académie des Sciences de Berlin* pour l'année 1768).

grand module de

$$(3)\qquad \frac{qf(u+y)}{y} = \mathrm{N}$$

sera moindre ou plus grand que l'unité.

» La valeur de y, qui donne le module maximum, correspond à une racine de l'équation

$$(4)\qquad \frac{d\left[\frac{f(u+y)}{y}\right]}{dy} = 0,$$

qui revient à

$$(5)\qquad yf'(u+y) - f(u+y).$$

En remplaçant y par l'expression plus générale $y = re^{\omega\sqrt{-1}}$, on cherchera, dans l'expression (4), la valeur de ω qui rend l'expression (3) un *maximum*, et l'on déduira de l'équation (5) la valeur de r correspondant au *maximum maximorum* du module : telle est la théorie de Cauchy.

» Lagrange considère une fonction $qf(x)$ de la forme

$$(6)\qquad qf(x) = \mathrm{A}x^a + \mathrm{B}x^b - \mathrm{C}x^c + \ldots.$$

Observant que les termes de la série dont le terme général est (2) se décomposent en termes monômes suivant les puissances de u, il trouve, pour le terme général *monôme* de l'ordre i, l'expression suivante :

$$(7)\qquad \mathrm{K}\left[\upsilon\left(\frac{u\upsilon}{\upsilon-1}\right)^{\upsilon-1}\left(\frac{\mathrm{A}}{\mu}\right)^{\mu}\left(\frac{\mathrm{B}}{\nu}\right)^{\nu}\left(\frac{\mathrm{C}}{\pi}\right)^{\pi}\cdots\right]^{i} = \mathrm{KN}^{i},$$

où K est un coefficient de l'ordre i élevé à une puissance finie, et les quantités μ, ν, π, ... et υ sont liées par les conditions suivantes :

$$(8)\qquad \mu + \nu + \pi + \ldots = 1,$$

$$(9)\qquad \upsilon = a\mu + b\nu + c\pi + \ldots.$$

Lagrange, considérant que $\lim \sqrt[i]{\mathrm{K}} = 1$ quand on fait $i = \infty$, en conclut que la condition nécessaire pour que les termes monômes de la série forment eux-mêmes une série convergente est que le plus grand module de N soit moindre que l'unité.

» En cherchant, par rapport à μ, ν, π, ..., υ, le maximum de

$$(10)\qquad \mathrm{N} = \upsilon\left(\frac{u\upsilon}{\upsilon-1}\right)^{\upsilon-1}\left(\frac{\mathrm{A}}{\mu}\right)^{\mu}\left(\frac{\mathrm{B}}{\nu}\right)^{\nu}\left(\frac{\mathrm{C}}{\pi}\right)^{\pi}\cdots,$$

on trouve, pour déterminer les valeurs de $\mu, \nu, \pi, \ldots, v$ correspondant à ce maximum, les équations suivantes :

$$(11) \qquad \mu = \lambda A \left(\frac{uv}{v-1}\right)^a, \quad \nu = \lambda B \left(\frac{uv}{v-1}\right)^b, \quad \pi = \lambda C \left(\frac{uv}{v-1}\right)^c, \ldots,$$

$$(12) \qquad A(a-v)\left(\frac{uv}{v-1}\right)^a + B(b-v)\left(\frac{uv}{v-1}\right)^b + C(c-v)\left(\frac{uv}{v-1}\right)^c + \ldots;$$

λ est un coefficient qui a pour expression

$$(13) \qquad \lambda = \left[A\left(\frac{uv}{v-1}\right)^a + B\left(\frac{uv}{v-1}\right)^b + C\left(\frac{uv}{v-1}\right)^c + \ldots\right]^{-1}.$$

» Telle est la théorie de Lagrange, exposée dans toute sa généralité, mais dont lui-même restreint l'application, comme on le verra, pour déterminer la condition de convergence à laquelle doit satisfaire sa série, afin qu'elle représente la plus petite racine (numériquement) de l'équation (1), lorsque $qf(x)$ est une fonction rationnelle et entière de x.

Si l'on fait

$$(14) \qquad \frac{uv}{v-1} = u + y,$$

puis qu'on substitue dans les équations (10), (11) et (12), et qu'on divise cette dernière par $(u+y)$, on aura, en mettant pour λ sa valeur (13),

$$(15) \qquad N = \frac{A(u+y)^a + B(u+y)^b + C(u+y)^c + u}{y},$$

et à la place de l'équation (12) la suivante :

$$(16) \qquad \left\{\begin{array}{l} y[Aa(u+y)^{a-1} + Bb(u+y)^{b-1} + Cc(u+y)^{c-1} + \ldots] \\ \qquad - [A(u+y)^a + B(u+y)^b + C(u+y)^c + \ldots] \end{array}\right\} = 0.$$

» En ayant égard à l'équation (6), les deux précédentes prendront la forme suivante :

$$(17) \qquad N = \frac{qf(u+y)}{y},$$

$$(18) \qquad yf'(u+y) - f(u+y) = 0,$$

équations identiques avec les équations (3) et (4) obtenues par Cauchy.

» Cette identité des résultats auxquels on arrive par des voies si différentes est une confirmation de l'exactitude des formules données par ces deux grands géomètres, pour établir les conditions de convergence de la série de Lagrange. Ainsi quelques auteurs ont été mal fondés, en voulant

opposer la théorie de Cauchy à celle de Lagrange, pour démontrer que cette dernière était inexacte; mais c'est dans l'application qu'ils font de leur théorie et dans le but qu'ils se proposent que diffèrent ces deux mathématiciens.

» Lorsque l'on considère la fonction $qf(x)$ sous un point de vue plus général, c'est-à-dire lorsqu'on tient compte des signes des termes qui la composent, les formules données précédemment servent à vérifier la convergence de la série; mais elles ne donnent aucune indication directe sur la nature de la racine que cette série représente. Lagrange se propose, au contraire, de déterminer la condition nécessaire pour que sa série exprime la plus petite racine de l'équation (1), $qf(x)$ étant, comme il a été dit, entier et rationnel. Dans ce but, il cherche la condition spéciale pour que, dans le développement de $\frac{1}{x^m}$, donné par sa série, les termes dans lesquels u se trouve élevé à des puissances positives puissent être négligés en comparaison des autres où u est élevé à des puissances négatives, lorsqu'on suppose m très-grand. Il arrive à conclure que, lorsqu'on considère tous les termes de $qf(x)$ comme positifs, la série développée suivant les puissances de u doit former une suite convergente par rapport à cette quantité. Dans ce cas, la valeur absolue de N ne diffère pas de celle de son module et la condition de convergence devient $N < 1$.

» La discussion qui s'est élevée, il y a quelque temps, sur l'exactitude du théorème énoncé par Lagrange dans la Note XI du *Traité de la résolution des équations numériques*, et relatif à la plus petite racine de l'équation (1), doit donc se restreindre à l'application des formules exposées précédemment, et non à leur exactitude, qui a été confirmée par leur coïncidence avec celles de Cauchy. Cette question est en dehors des limites de cette Note; je me borne à faire observer que le théorème de Lagrange se vérifie facilement sur l'équation

$$x = u + Ax^2. \text{ »}$$

ASTRONOMIE. — *Observation des étoiles filantes de novembre.* Note de M. **Wolf**, présentée par M. Le Verrier.

« L'observation des étoiles filantes, pendant les nuits des 12, 13 et 14 novembre, a encore été faite cette année par nos collaborateurs de France, d'Italie et de Portugal, avec le même zèle dont ils ont déjà donné plusieurs fois les preuves. Le mauvais temps a, dans beaucoup de stations, contrarié ou même rendu impossibles les observations; néanmoins, nous pouvons

déjà déduire quelques conclusions des faits qui nous ont été signalés.

» Les signaux chronométriques ont été, comme d'habitude, envoyés des quatre centres, Paris, Marseille (M. Stephan), Bordeaux (M. Serré-Guino), et Lyon (M. Lafon), qui communiquaient aussi directement entre eux. Tous les temps ayant été réduits au temps moyen de Paris, il en résulte les corrections suivantes, qui devront être appliquées aux heures d'observation en chaque station. (Nous supprimons ici ce tableau.)

» Nous résumons rapidement les observations faites dans les diverses stations.

Nuit du 12 au 13 novembre.

Barcelonnette (M. Rul). Ciel très-beau de 7^h à 3^h du matin, 184 étoiles.

Sainte-Honorine-du-Fay (M. Lebreton). De 9^h à 13^h, nuit belle, mais pauvre, 36 étoiles dont 12 belles.

Morée (M. Faucheux). De $10^h 30^m$ à 14^h, 11 étoiles, dont 4 du Lion, 5 du Taureau.

Le Mans (MM. Martin et d'Amécourt). Nuit claire, de 8^h à 11^h, presque rien.

Paris (Observatoire). De 11^h à 15^h, 17 étoiles.

Paris-Belleville (MM. Tremeschini, Lamette et Droit). De 8^h à 15^h, 37 étoiles venant du Taureau, rien du Lion.

Trémont (MM. Magnien et Lemosy). Ciel très-pur, 60 étoiles, presque toutes très-petites, paraissant venir du Taureau.

Toulouse (M. Tisserand). Nuit assez belle, étoiles rares, faibles, sporadiques. 9 de 8^h à 9^h; 5 de 10^h à 11^h; 14 de 11^h à 12^h.

Rochefort (M. Simon). 4 étoiles, ciel couvert après $11^h 15^m$.

Moncalieri (M. Denza). Ciel demi-couvert, 17 étoiles entre $5^h 45$ et 11^h.

Gênes (M. Garibaldi). Couvert, pluvieux, 3 étoiles.

Alexandrie (M. Parnisetti). Ciel beau de 3^h à 5^h du matin, 38 étoiles.

Nuit du 13 au 14 novembre.

Sainte-Honorine. De $8^h 25^m$ à $12^h 30^m$, 22 étoiles dont les $\frac{2}{3}$ ordinaires ou belles.

Morée. Rien vu.

Paris (Observatoire). De 11^h à 14^h, 6 étoiles. Ciel presque couvert après 13^h.

Paris-Belleville. 34 étoiles de 10^h à 13^h.

Rouen (M. Gully). De 8^h à 15^h, 87 étoiles.

Trémont. Ciel presque couvert, 2 étoiles.

Lisbonne (Observatoire de l'Infant don Luiz). De 10^h à $4^h 20^m$, 248 étoiles.

Nuit du 14 au 15 novembre.

Avignon (M. Giraud). De 10^h à 15^h, 89 étoiles.

Barcelonnette. Après 10^h, éclaircies, puis ciel clair. Météores nombreux vers 2^h, 3^h et 4^h, 194 étoiles.

Morée. De $9^h 30^m$ à 14^h, rares éclaircies, rien vu. De 14^h à 17^h, 12 étoiles venant du Lion et 2 du Taureau.

Montpellier (MM. Viguier, Collot, Foex, Hunold et Viguier fils). Le ciel se découvre en partie à 16^h, quelques belles étoiles.

Paris-Belleville. 9 étoiles de $10^h 39^m$ à $11^h 46^m$.

Rouen. Une vingtaine d'étoiles à travers des éclaircies, ciel couvert à partir de 12^h.

Trémont. De 7^h à $17^h 30^m$, ciel pur; rien jusqu'à minuit. Vers 1^h première apparition d'étoiles venant du Lion; 127 étoiles généralement belles.

Toulouse. Ciel couvert. Dans les éclaircies, 20 très-belles étoiles venant d'un point situé entre γ et ε Lion.

» Les observations de 1873, comparées à celles des années précédentes, manifestent clairement la décroissance rapide du phénomène, qui a atteint son maximum d'éclat en 1866. Sur son orbite de $33^{ans},25$, l'essaim des astéroïdes de novembre n'occupe donc encore qu'un arc restreint, puisque, sept ans après le maximum, l'apparition est presque nulle. De plus, la rétrogradation du nœud de l'orbite se fait sentir chaque année par le retard de l'apparition. En 1866, le maximum si brillant avait lieu dans la nuit du 13 au 14, entre 1 heure et 2 heures du matin (M. Goulier, observations de Metz). En 1867, des observations que j'avais faites avec plusieurs de mes jeunes collègues, je concluais que le maximum n'était pas atteint à 6 heures du matin; et en effet on apprit plus tard que l'averse d'étoiles filantes s'était montrée fort brillante en Amérique.

» En 1871, les deux nuits du 12 et du 13 ne montrent que des étoiles venant du Taureau et du Cocher; les Léonides n'apparaissent que dans la nuit du 14 au 15 (M. Lespiault); enfin, en 1873, nous constatons le même fait: les deux premiers essaims continuent à illuminer seuls les nuits du 12 et du 13; les Léonides se montrent dans la nuit du 14, vers 4 heures du matin.

» Dès 1871, s'est posée la question de l'origine de ces divers essaims, dont nos collaborateurs signalaient de toutes parts l'apparition presque simultanée. Fallait-il voir une coïncidence fortuite dans cette rencontre de la Terre avec des essaims de directions très-différentes? Ou plutôt, suivant le second mode d'explication indiqué alors par M. Le Verrier, ces divers essaims n'étaient-ils pas des portions d'un même essaim primitif, celui des Léonides, disloqué par l'action perturbatrice de la Terre? Les observations instituées par l'Association scientifique de France avaient surtout pour but d'étudier les questions de cette nature, en permettant de constater si réellement l'essaim des Léonides, en même temps qu'il s'allonge le long de son orbite, se divise de plus en plus en portions détachées, caractérisées chacune par un point radiant distinct, et revenant toutes croiser la Terre à la même époque, au moins pendant un certain nombre d'années, pour finir, dans un avenir éloigné, par ne donner plus que des étoiles sporadiques.

» L'examen attentif des observations de cette année, que nous n'avons pas encore entre les mains, montrera si, en effet, le nombre des points

radiants a augmenté; mais la comparaison de ces observations avec celles des années précédentes montre déjà que les essaims des étoiles venant du Taureau et du Cocher, qui vers 1869 apparaissaient en même temps que les Léonides, les précèdent aujourd'hui de plus en plus; de sorte que la séparation des trois flux d'étoiles s'est produite naturellement et que les observateurs reconnaissent aujourd'hui à première vue les divers points radiants qu'ils avaient d'abord eu peine à démêler. On pourrait peut-être considérer cette circonstance comme indiquant que les trois essaims sont réellement d'origine distincte et que le phénomène de novembre ne va pas en se compliquant, au moins dans l'espace de quelques années.

» Le 27 novembre de l'année 1872, une très-brillante apparition d'étoiles filantes a été signalée dans presque tous les pays de l'Europe, et a été, avec très-grande vraisemblance, rattachée à la comète de Biéla. Il était intéressant de savoir si quelque reste de ce nouvel essaim se montrerait encore cette année. Nos observateurs ont bien voulu surveiller le ciel, pendant les nuits du 26, du 27 et du 28 novembre; mais le temps n'a été un peu favorable qu'à Montpellier et Avignon, et le nombre des étoiles qui y ont été vues n'a point dépassé celui des nuits ordinaires. Nous n'avons pas été plus heureux avec la comète de Coggia, dont M. Edm. Weiss et M. Hind ont signalé l'identité probable avec la comète I, 1818, et qui, suivant la remarque de M. de Littrow, a dû s'approcher de la Terre à une très-petite distance, de manière à couper l'écliptique au point où la Terre devait se trouver vers le 4 décembre. L'état du ciel et cette circonstance, que le point radiant devait se trouver par 14 heures d'ascension droite et près de 30 degrés de déclinaison sud, n'ont pas permis, à notre connaissance, de constater l'apparition d'aucune étoile filante pouvant se rapporter à cet astre. »

ASTRONOMIE. — *Nouvelles observations de la comète périodique de M. Faye, et découvertes et observations de vingt nébuleuses, faites à l'Observatoire de Marseille.* Extrait d'une Lettre de M. E. STEPHAN à M. Le Verrier.

« Je vous adresse deux nouvelles observations de la comète de M. Faye, qui est toujours d'une extrême petitesse et dont l'observation présente de grandes difficultés. Permettez-moi de rappeler que j'ai été le premier, cette année, à retrouver les trois comètes périodiques attendues. La dernière, celle de M. Faye, n'a encore été observée que par moi. On l'a vue ailleurs, mais sans pouvoir en déterminer la position.

» Vous recevrez aussi, pour l'Académie, la liste de vingt nébuleuses nouvelles.

Comète périodique de Faye.

1873.	Heures de l'obs. (t. m. M.).	Æ	P	Correct. du *Jahrbuch*. (Obs.-calc.)		★
	h m s	h m s	° ′ ″	s	″	
Nov. 28....	16.24.55	9.16.19,75	89.37.25,6	+0,73	−5,7	a
30....	17.11. 2	9.17.13,34	89.54.37,8	−0,35	−4,0	b

Position moyenne des étoiles de comparaison pour 1873,0.

★		Grandr	Æ	P	Autorités.
			h m s	° ′ ″	
a....	278 W. (a. c.) H. IX.	9e	9.14.25,12	89.38. 3,0	Cat. de Weisse.
b....	307 W. (a. c.) H. IX.	8e	9.15.40,72	89.53.11,8	Cat. de Weisse.

» La comète est toujours excessivement faible.

» La seconde des deux observations qui précèdent doit être affectée d'un poids notablement plus élevé que la première. Dans la nuit du 28, où celle-ci a été faite, l'astre était à peine perceptible et seulement par pulsations intermittentes.

Nébuleuses.

Positions moyennes pour 1873,0.

★	Æ	P	Description sommaire.
	h m s	° ′ ″	
a	2. 8.55,19	61.59.25,2	e.e.P — e.e.F — I.
b	18.23 38,27	67.10.21,1	e.P — e.F — R — Cond. au C.
c	18.41.18,79	57.51. 8,7	m.E — i.R — e.e.F — D.
d	19.51.32,23	57.58.58,9	e.e.F — t.P — Enveloppe 3 pet. *.
e	21. 9.53,99	91.21.14,8	e.e.F — t.P — 2 Cond. sur le même parallèle.
f	22. 9.50,36	53.21.13,9	e.e.F — e.e.P — En contact au N. avec très-petite *.
f	22.10. 7,11	53.20.12,1	e.F — e.P — Vap. — Lég. Cond. au C — 1 pet.* proj.
g	22.45.11,42	53.35. 8,6	e.e.F — e.P — R — Cond. au C.
h	22.47.22,35	58.32.39,3	e.e.F — t.P — Vap.
i	22.55.55,98	63.37.55,2	e e.P — e.e.F — Cond. au C.
k	23.16. 6,70	78 48. 5,5	e.e.F — Pet — i.R — Dif. — Lég. Cond. au C.
k	23.16.26,36	78.42.43,4	F — m.E — i.R — Dif. — Lég. Cond. au C.
l	23.32.33,54	102.55.37,0	e.e.F — m.E — I.
m	23.38.59,16	63.23. 9,5	e.P — e.F — i.R — Cond. ir.
n	23.51.34,73	74.12.39,4	e.e.P — e.e.F — Cond. au C.

Abréviations.

e.P	Excessivement petite.	i.R	Irrégulièrement ronde.
e.e.P	Excessivement excessivement petite.	t.P	Très-petite.
e.F	Excessivement faible.	t.F	Très-faible.
e.e.F	Excessivement excessivement faible.	I	Irrégulière.
m.E	Modérément étendue.	Cond.	Condensation.
Vap.	Aspect vaporeux.	Lég. Cond. au C.	Légère condensation au centre.
R	Ronde.		

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1873,0.

★	Noms des ét. de comp.		Æ	P	Autorités.
			h m s	° ′ ″	
a	710 B. A. C............	6½	2.11.36,01	61.56.41,7	Cat. B. A. C.
b	34322 Lal................	7½	18.26. 7,80	67. 6.13,0	Cat. Lal.
c	1221 W. (N. C.) H. XVIII..	9	18.40.55,62	57.49.50,8	Cat. W.
d	1790 W. (N. C.) H. XIX...	8,9	19.55. 1,50	57.54.28,0	Cat. W.
e	131 W. (A. C.) H. XXI...	8,9	21. 8. 8,57	91.21.25,1	Cat. W.
f	253 W. (N. C.) H. XXII..	9	22.11.17,04	53.24. 9,1	Cat. W.
g	44751 Lal................	9	22.45.56,17	53.36.27,2	Cat. Lal.
h	1135 W. (N. C.) H. XXII..	9	22.49.56,87	58.32.22,8	Cat. W.
i	10797 Rumker. H. XXII....		22.55. 3,47	63.41. 6,8	Cat. R.
k	397 W. (A. C.) H. XXIII..	9	23.20.56,69	78.45.50,3	Cat. W.
l	618 W. (A. C.) H. XXIII..	9	23.31. 6,68	102.54.15,9	Cat. W.
m	868 W. (N. C.) H. XXIII..	8	23.41.13,62	63.31.33,9	Cat. W.
n	1133 W. (A. C.) H. XXIII..	9	23.55.54,18	74.16.46,8	Cat. W.

ÉLASTICITÉ. — *Sur le mouvement d'un fil élastique dont une extrémité est animée d'un mouvement vibratoire.* Quatrième Note de M. E. MERCADIER, présentée par M. Jamin.

« On a vu, dans la précédente Note (*Comptes rendus*, p. 1295), que les abscisses des nœuds du fil sont

$$x_1 = \frac{1}{3}\frac{\pi}{m}, \quad x_2 = \left(1 + \frac{1}{4}\right)\frac{\pi}{m}, \ldots, \quad x_n = \left(n - 1 + \frac{1}{4}\right)\frac{\pi}{m},$$

d'où résulte :

» 1° Que la distance nodale normale $D = x_n - x_{n-1}$ est égale à $\frac{\pi}{m}$;

» 2° On voit aussi que la distance x_1 du premier nœud au bout libre du fil est égale à $\frac{1}{3}\frac{\pi}{m}$ ou $\frac{D}{3}$, loi déjà trouvée par l'expérience;

» 3° La première distance nodale

$$x_2 - x_1 = \frac{\pi}{m}\left(1 + \frac{1}{4} - \frac{1}{3}\right) = 0{,}916\,D = d,$$

loi également trouvée (voir le tableau déjà cité, colonne 9);

» 4° Pour un second fil fixé à un autre diapason, on aura une valeur

$$D' = \frac{\pi}{m'} \quad \text{et} \quad \frac{D}{D'} = \frac{m'}{m} = \sqrt[4]{\frac{4\pi^2\rho\omega}{q\,I\,g\,T^2}} : \sqrt[4]{\frac{4\pi^2\rho'\omega'}{q'\,I'\,g\,T'^2}}.$$

» Si n et n' sont les nombres de vibrations des diapasons, δ et δ' les diamètres de fils cylindriques, la formule précédente devient

$$\frac{\mathrm{D}}{\mathrm{D}'} = \sqrt[4]{\frac{\rho' q \delta^2 n'^2}{\rho q' \delta'^2 n^2}} = \sqrt{\frac{\delta n'}{\delta' n}} \sqrt[4]{\frac{\rho' q}{\rho q'}},$$

ce qui est précisément la formule que j'ai donnée (*Comptes rendus,* même volume, p. 672) comme résumant les lois expérimentales des vibrations normales ou régulières des fils considérés.

» III. En faisant $x = 0$ dans l'équation ($\mathrm{B^v}$), il vient

$$(\lambda) \qquad y = a \cos 2\pi \frac{t}{\mathrm{T}} \frac{e^{ml}}{2 + \cos ml\, e^{ml}},$$

équation du mouvement de l'extrémité libre. Pour voir si son amplitude, variable avec l, a des minima, prenons $\frac{dy}{dl}$ et égalons le numérateur à zéro. Il vient, toutes réductions faites,

$$me^{ml}(2 + \sin ml.e^{ml}) = 0,$$

qui se réduit à

$$(\mu) \qquad \sin ml.e^{ml} + 2 = 0$$

(la solution que donnerait $e^{ml} = 0$ étant inacceptable).

» Les intersections des courbes $z = \sin ml$, $u = -\frac{2}{e^{ml}}$ donnent les racines de cette équation. On trouve

$$(mx)_1 = \pi, \quad (mx)_2 = \pi, \ldots, \ (mx)_k = \pi, \ldots,$$

d'où

$$l_1 = \frac{\pi}{m}, \quad l_2 = \frac{2\pi}{m}, \ldots, \quad l_k = \frac{k\pi}{m}.$$

» Donc : 1° *Il y a, pour l'amplitude du bout libre, une série de minima pour des valeurs de l en progression arithmétique dont la raison est $\frac{\pi}{m}$ ou* D.

» Pour avoir la valeur de ces amplitudes minima, faisons $ml = k\pi$ dans l'équation (λ); il vient

$$y = a \cos 2\pi \frac{t}{\mathrm{T}} \frac{e^{k\pi}}{2 \pm e^{k\pi}}.$$

» Pour $k = 1$, l'amplitude est environ les $\frac{11}{12}$ de a; pour $k = 2$, elle est

les $\frac{501}{500}$ de a; pour les valeurs suivantes de k, les amplitudes se rapprochent encore plus de a; donc on peut dire :

» 2° *Les amplitudes minima sont égales à a, amplitude du diapason.*

» Ces deux résultats ont été trouvés expérimentalement et indiqués déjà (*Comptes rendus*, même volume, p. 674, n° 9).

» IV. *La valeur de y dans l'équation* (B^v) *devient infinie quand*

$$(\varepsilon) \qquad e^{ml}\cos ml + 2 = 0.$$

» L'expression de la force qui produit le mouvement contiendrait également ce dénominateur nul. Ces déplacements et cette force infinis résultant d'un mouvement fini d'un corps sonore impliquent contradiction. Il y a là un cas singulier dont il faut essayer de rendre compte.

» Et d'abord, si l'on construit les courbes $z = \cos ml$, $u = -\frac{2}{e^{ml}}$ pour avoir les racines de (ε), on voit qu'à partir de la seconde $(ml')_2$, leur valeur est, avec une approximation bien supérieure aux erreurs d'expérience,

$$(ml')_2 = \frac{3\pi}{2}, \quad (ml')_3 = \frac{5\pi}{2}, \ldots, \quad (ml')_k = \frac{(2k-1)\pi}{2}, \ldots.$$

» Quant à la première, on peut la calculer aussi exactement que l'on veut par une méthode d'approximation quelconque, et l'on trouve bientôt

$$(ml')_1 = 1,870.$$

» Donc *les longueurs l'_1, l'_2, l'_3,..., qui rendent y infini, sont, à partir de la seconde, en progression arithmétique dont la raison est $\frac{\pi}{m}$ ou* D.

» De plus, connaissant m pour chaque fil, on peut calculer les valeurs

$$l'_1 = \frac{1,870}{m}, \quad l'_2 = \frac{3\pi}{2m}, \ldots.$$

Or, si l'on fait ce calcul, on trouve précisément les mêmes valeurs que celles qui correspondent à ce que j'ai appelé précédemment les *points d'extinction* du diapason ; c'est-à-dire que les longueurs l'_1, l'_2,... sont celles pour lesquelles il est impossible de faire vibrer le diapason.

» Voici un tableau contenant les valeurs de l'_1, l'_2 et l'_3 calculées et observées pour quelques fils. En songeant que les valeurs observées correspondent à la détermination si difficile des points de contact d'une courbe déterminée par points avec l'axe des x, on trouvera, je crois, la comparaison très-satisfaisante.

	FER.				ALUMINIUM.		CUIVRE.	
	$r = 0^{mm},23$		$r = 0^{mm},12$		$r = 0^{mm},46$		$r = 0^{mm},12$	
	calculé.	observé.	calculé.	observé.	calculé.	observé.	calculé.	observé.
l'_1...	mm 35,0	mm 33,5	mm 24,9	mm 24,3	mm 50,0	mm 48,5	mm 22,0	mm 21,2
l'_2...	88,0	87,0	63,0	65,0	125,0	123,0	55,0	53,5
l'_3...	»	»	104,8	105,0	»	»	92,0	91,0

» En outre, si l'on compare la série des valeurs de l' déduites de l'équation (ε) à la série des valeurs de l déduites de l'équation (μ), on voit que *chacune des valeurs de l qui correspondent aux amplitudes minima du bout libre du fil est la moyenne des valeurs de l' entre lesquelles elle est comprise.*

» Ces deux derniers résultats sont équivalents aux lois expérimentales 10 et 11 indiquées précédemment (*Comptes rendus*, p. 674).

» Supposons maintenant que le diapason auquel le fil est attaché soit *fixe*, et que l'on fasse vibrer le fil à la manière ordinaire, on trouvera l'équation de ce mouvement, que j'appellerai pour abréger *mouvement propre* du fil, en suivant la même marche que précédemment. Les conditions (1) et (2) sont les mêmes; celles relatives à $x = l$ sont : $y = 0$ et $\frac{dy}{dx} = 0$.

» En négligeant les autres conditions, on arrive aux équations suivantes, analogues aux équations (α) et (β) du précédent problème :

$$(\alpha') \qquad \cos m^2 bt [C(\sin ml + \sin h\, ml) + C'(\cos ml + \cos h\, ml)] = 0,$$

$$(\beta') \quad m \cos m^2 bt [C(\cos ml + \cos h\, ml) + C'(-\sin ml + \sin h\, ml)] = 0.$$

En divisant ces deux équations l'une par l'autre, on trouve

$$1 + \cos ml \cos h\, ml = 0$$

et, en appliquant le système d'approximation déjà employé,

$$(\nu) \qquad e^{ml} \cos ml + 2 = 0,$$

équation qui donne, pour chaque valeur de l, une infinité de valeurs de la quantité m, au lieu de la valeur unique qu'elle avait dans le problème précédent; ces valeurs correspondent aux divisions du fil en ses harmo-

niques successifs, divisions pour lesquelles on sait qu'il y a toujours un nœud au point d'encastrement qui se trouve ici au diapason même.

» Inversement, si l'on se donne une valeur de m, on déduira de l'équation (ν) une infinité de valeurs de l. Si l'on prend $m = \sqrt{\frac{2\pi}{\mathrm{T}b}}$, les équations ($\nu$) et ($\varepsilon$) seront alors identiques, et le fil considéré dans son *mouvement propre* aura, pour chaque valeur de l déduite de l'équation (ν), le même nombre de nœuds semblablement placés que lorsqu'il est animé par le diapason, et rendra le son de celui-ci; mais cette coïncidence n'est possible que s'il y a un nœud au diapason, et, par suite, que si le mouvement du diapason s'éteint. L'expérience prouve que c'est précisément ce qui arrive. On peut donc se rendre compte, jusqu'à un certain point, des vibrations curvilignes du fil et de la variation d'amplitude du diapason, qui les accompagne, en admettant que, lorsque dans le mouvement général du fil animé par le diapason le premier nœud se rapproche du diapason, le *mouvement propre* du fil tend à se produire en même temps et se produit faiblement d'abord : il en résulte une composition des deux mouvements donnant lieu à des vibrations curvilignes, qui augmentent d'amplitude à mesure que l'on raccourcit le fil et que le nœud se rapproche du diapason; mais, simultanément, l'amplitude du diapason doit diminuer d'une manière continue, jusqu'au moment où l'on arrive à une des longueurs l déduites de l'équation (ν) ou (ε), pour lesquelles le nœud doit se trouver au diapason; alors l'amplitude s'annule et le *mouvement propre* du fil s'éteint en même temps que le mouvement du diapason qui le produisait. Si l'on continue à raccourcir le fil, les mêmes phénomènes doivent se produire et se produisent, en effet, en sens inverse avec une *continuité* remarquable

» En résumé, on retrouve dans les conséquences déduites de l'équation générale (B^{IV}) tous les faits que l'expérience directe avait indiqués auparavant, et il résulte de ces faits une nouvelle vérification expérimentale des principes sur lesquels est fondée la théorie mathématique de l'élasticité. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Observations touchant l'action de certaines substances toxiques sur les Poissons de mer.* Note de MM. **A. Rabuteau** et **F. Papillon**, présentée par M. Claude Bernard.

« Nous avons l'honneur de soumettre à l'Académie les résultats principaux d'un ensemble d'expériences assez nombreuses que nous avons

faites au printemps dernier, au laboratoire de Concarneau, touchant l'action de plusieurs alcaloïdes sur les Poissons de mer.

» On aurait pu croire que peut-être, par suite des conditions spéciales de la vie de ces animaux, ils ne sont pas toujours affectés par les poisons comme le sont les autres Vertébrés. Nous avons nettement reconnu qu'en général, et exception faite de quelques particularités assez intéressantes, les poisons organiques, les seuls que nous ayons étudiés, agissent sur les Poissons de la même façon que sur les espèces appartenant aux autres groupes du règne animal, ce qui confirme une fois de plus la doctrine de M. Claude Bernard, concernant l'identité fondamentale des actions toxiques élémentaires dans toute la série vivante. Les expériences suivantes démontreront ce que nous venons d'avancer.

» *Strychnine.* — Un certain nombre de petits Poissons du poids de 10 à 35 grammes, Anguilles, Plies, Raies, Blennies, Hippocampes, sont placés ensemble dans 1 litre d'eau de mer tenant en dissolution $2\frac{1}{2}$ centigrammes de strychnine. Au bout de quatre heures, tous ces animaux sont morts, après avoir présenté des accès convulsifs plus ou moins prononcés. Les convulsions sont particulièrement remarquables chez les Plies et chez les Raies, qui meurent en état d'opisthotonos.

» Nous avons étudié aussi les effets de la strychnine au moyen d'injections sous-cutanées. Voici quelques-uns des faits observés à ce sujet :

» Nous injectons, sous la peau d'une Raie pesant 46 grammes, 5 centigrammes d'une solution au $\frac{1}{200}$ de chlorhydrate de strychnine, puis nous la rejetons dans l'eau. Presque immédiatement la queue de l'animal se porte en arrière, ses ailes se replient et s'infléchissent vers la face ventrale, et sa respiration s'arrête. Cette face est plus bleue que d'ordinaire. L'animal éprouve des convulsions spontanées, qu'augmentent les excitations chimiques, électriques et mécaniques. Au bout d'un quart d'heure la respiration revient, mais la Raie est toujours recourbée en deux, le dos en dedans, le ventre en dehors, et la queue fortement arquée. Une demi-heure après, la rigidité est encore la même, les mouvements convulsifs sont moins prononcés, la respiration est très-lente. Sept quarts d'heure après l'injection, l'animal est mort.

» Une dose moitié moindre de chlorhydrate de strychnine a tué, dans les mêmes conditions et dans le même temps, une Sole du poids de 20 grammes.

» Nous injectons, sous la peau d'une Torpille du poids de 45 grammes, 5 centigrammes d'une solution au $\frac{1}{200}$ de chlorhydrate de strychnine.

L'animal présente d'abord une contracture générale, ce qui ne l'empêche pas de donner, dans l'espace de moins d'un quart d'heure, trois secousses qui se font sentir jusqu'au poignet. La Torpille n'éprouve pas de convulsions spontanées, mais, lorsqu'on frappe sur le vase qui la contient, elle se contracte énergiquement. Elle meurt une heure après.

» Un autre fait intéressant relatif à l'action de la strychnine, c'est la persistance de l'excitabilité réflexe chez les animaux qui ont reçu ce poison à dose non mortelle. Une Roussette de près de 2 kilogrammes, dans la bouche de laquelle nous avions introduit près de 2 centigrammes de strychnine, a présenté pendant une semaine une susceptibilité excessive au toucher.

» *Morphine*. Les effets de la morphine sur les mêmes animaux sont semblables à ceux que l'on observe en administrant cet alcaloïde aux autres Vertébrés. Une injection de 5 centigrammes d'une solution de chlorhydrate de morphine au $\frac{1}{20}$, pratiquée sous la peau d'une Torpille de 45 grammes, détermine, au bout de quelques instants, chez cet animal, la perte de la sensibilité, du mouvement et du *pouvoir électrique*. Au bout d'une heure environ, la Torpille est rétablie dans l'état normal. La même injection, faite à une Blennie du poids de 30 grammes, l'anesthésie de la même façon, sans la tuer. Une injection moitié moindre sous la carapace d'une Crevette du poids de 4 grammes la tue immédiatement.

» *Thébaïne*. — Nous injectons sous la peau d'une Blennie, du poids de 40 grammes, 10 centigrammes d'une solution au $\frac{1}{40}$ de chlorhydrate de thébaïne. Au bout de cinq minutes, l'animal s'agite et paraît très-surexcité. Les mouvements respiratoires continuent à s'effectuer. Il n'y a cependant ni convulsions, ni rigidité; au bout de dix minutes, il se couche sur le dos et ne respire plus; au bout de vingt-cinq minutes, l'animal étant en état de mort apparente, on l'ouvre et l'on constate que le cœur bat encore.

» Nous avons injecté une quantité, moitié moindre, de la même solution à une petite Raie. Au bout de cinq minutes, l'animal s'agite; ses ailes, prises d'une sorte de frisson violent, s'élèvent et s'abaissent alternativement avec rapidité; sa queue se relève aussi, comme dans l'empoisonnement par la strychnine, mais son corps n'est pas rigide. Les battements cardiaques, nettement observables au travers de la peau, continuent à s'effectuer; au bout de dix minutes, la respiration est complétement arrêtée. Cette Raie n'a pas changé de couleur; au contraire, la Blennie qui a servi à l'expérience précédente, et qui était d'un noir bleuâtre avant l'action du poison, a passé au jaune verdâtre pâle après l'empoisonnement. Est-ce un

phénomène consécutif à l'asphyxie ou à quelques modifications des chromoblastes? Nous ne saurions le dire.

» La thébaïne a excité de violentes convulsions chez la Raie, tandis qu'elle n'en a pas provoqué chez la Blennie. Ce fait ne nous a pas étonné, puisque, d'après les expériences de M. Cl. Bernard, ce même alcaloïde est convulsivant chez le Chien, et que, d'un autre côté, d'après des expériences de l'un de nous, cette base parfaitement pure peut être prise par l'Homme à la dose de 10 centigrammes sans provoquer aucun phénomène d'excitation.

» *Iodure de tétraméthylammonium.* — Nous injectons, sous la peau d'une Blennie pesant environ 40 grammes, 10 centigrammes d'une solution au $\frac{1}{20}$ de ce sel. Au bout de trois ou quatre minutes les mouvements respiratoires de l'animal sont à peu près complétement suspendus; au bout de douze minutes, la paralysie des nerfs moteurs est totale. L'électricité provoque encore la contraction des muscles. Le cœur mis à découvert bat encore; une goutte de la solution déposée sur ce viscère l'arrête presque instantanément, tandis que, auparavant, une goutte d'eau de mer n'en a pas ralenti les mouvements. Une demi-heure après le cœur recommence a se contracter; on l'imprègne d'une nouvelle goutte de la solution toxique et alors il s'arrête pour toujours; cependant les excitations électriques et mécaniques y déterminent encore des contractions, qui cessent aussitôt qu'on retire l'agent excitant. Ces expériences, répétées plusieurs fois par nous, contribuent une fois de plus à établir l'analogie de l'action de l'iodure de tétraméthylammonium avec celle du curare (1).

» En terminant, nous signalerons et nous recommanderons à l'attention des physiologistes l'emploi des jeunes Raies pour les études relatives à l'action des poisons. Tant que ces animaux n'ont pas atteint un diamètre de 15 à 20 centimètres, ils ont la peau du ventre si transparente qu'on peut suivre avec facilité, à la vue, tous les changements qui surviennent dans leurs poumons, dans leur cœur et dans leurs gros vaisseaux. »

EMBRYOGÉNIE. — *Sur la cellule embryogène de l'œuf des Poissons osseux.* Note de M. **Balbiani**, présentée par M. Cl. Bernard.

« L'interprétation histologique de l'œuf, envisagé comme une cellule simple dont le vitellus représenterait le corps protoplasmatique, et la vési-

---

(1) Voir la Note publiée par l'un de nous, *Comptes rendus*, avril 1873.

cule germinative le noyau, n'a pas toujours existé sans conteste dans la Science. Henri Meckel d'abord, auquel se sont bientôt ralliés Allen Thompson et Ecker, s'est élevé contre cette manière de voir pour l'œuf des Oiseaux, et, dans un Mémoire tout récent, M. W. His (1) s'est également prononcé contre elle, à propos de celui des Poissons osseux.

En 1864, dans un travail présenté à l'Académie (2), j'ai, moi-même, essayé d'établir qu'il existe dans l'œuf ovarien d'un grand nombre d'animaux deux corps vésiculaires, dont l'un, c'est-à-dire la vésicule germinative ou de Purkinje, occupe le centre de la partie nutritive, tandis que l'autre, ou la vésicule embryogène, est situé au milieu de la partie plastique ou germe. Dans cette manière de voir, l'œuf devait donc être considéré, en quelque sorte, comme une cellule à deux noyaux, dont chacun remplirait un rôle spécial dans les phénomènes ovogéniques; mais, ainsi qu'on le verra plus loin, des observations nouvelles plus complètes m'ont amené à modifier considérablement ma première interprétation du mode de constitution de l'œuf ovarien.

» Depuis bientôt dix ans que ces résultats ont été annoncés à l'Académie, ils n'ont guère fixé l'attention des embryologistes, ou, si quelques-uns s'en sont occupés en passant, ils ne leur ont pas accordé beaucoup de créance. Aussi je n'en ai été que plus heureux d'apprendre qu'un savant belge, bien connu par d'importants travaux d'embryogénie, M. van Bambeke, venait de constater récemment l'existence du noyau embryogène dans l'œuf des Poissons osseux (3).

» De mon côté, j'avais, dès 1864, dirigé également mes investigations sur les Poissons osseux, et constaté chez eux la présence de cet élément dans l'œuf ovarien. Dès cette époque aussi, j'avais déjà reconnu les grandes variations que ces animaux présentent entre eux, relativement à la facilité que l'on rencontre dans l'observation de ce corps. Tandis que je ne l'ai jamais cherché en vain chez certains Poissons, notamment les diverses espèces de Pleuronectes (Sole, Turbot, Plie, Limande, etc.) et que je l'ai constaté également chez la Carpe, le Cyprin doré, la Tanche, le Brochet, le *Cottus lævigatus* (vulgairement Crapaud de Mer), j'ai été moins heureux

(1) *Untersuchungen über das Ei und die Eientwickelung der Knochenfische*, Leipzig, 1873.

(2) *Sur la constitution du germe dans l'œuf animal avant la fécondation* (*Comptes rendus*, t. LVIII, p. 584 et 621; 1864.)

(3) *De la présence du noyau de Balbiani dans l'œuf des Poissons osseux*. Communication préalable. (*Bulletin de la Société de Médecine de Gand*, 1873.)

chez le Gardon, l'Ablette, l'Éperlan, le Grondin et la Truite. Ces variations dans la visibilité du noyau embryogène sont évidemment, et avant tout, en rapport avec les différences spécifiques; on en constate de semblables, bien que moins étendues, pour la vésicule germinative; mais elles sont liées aussi aux différentes phases du travail physiologique dans l'intérieur de l'appareil reproducteur.

» Avant de décrire la forme, la situation et les autres caractères de ce corps, il est nécessaire de présenter ici une remarque. Malgré le nom de vésicule dont je me suis quelquefois servi pour le désigner, il ne faut pas, chez les animaux qui nous occupent, s'attendre à rencontrer une vésicule libre, à contour net et bien défini, comme l'est la vésicule germinative, par exemple. Presque toujours, on n'observe tout d'abord qu'une petite masse arrondie ou ovalaire, d'apparence granuleuse, tranchant par sa réfringence un peu plus forte sur le protoplasma pâle et homogène du jeune ovule. Ce n'est qu'en allant d'un œuf à l'autre, s'arrêtant tantôt sur les plus grands, tantôt sur les plus petits, mais choisissant toujours ceux qu'un dépôt de granulations vitellines opaques n'a pas encore privés de leur transparence, que l'on parvient à distinguer, chez un certain nombre, un espace clair et arrondi, situé au milieu de la masse granuleuse précédente. Cet espace correspond à la vésicule embryogène; quant à la substance qui l'environne, nous reviendrons bientôt sur sa signification.

» Sur un grand nombre d'ovules d'une même préparation, il est facile de s'assurer que ce corps est toujours placé très-près de la périphérie de l'œuf, et, par conséquent, excentriquement par rapport à la vésicule germinative, ainsi que l'a très-bien reconnu, de son côté, M. van Bambeke. Mais il y a plus : en suivant le contour extérieur, parfaitement net et régulier, de la sphère vitelline, on reconnaît que, arrivé à l'endroit où se trouve la masse, au lieu de passer par-dessus celle-ci, il s'infléchit vers le centre de l'œuf, contourne la face interne de la masse, et, parvenu de l'autre côté, reprend son trajet circulaire; en d'autres termes, le corps dont il s'agit, au lieu d'être environné de toutes parts par la substance vitelline, ainsi qu'on pourrait le croire dans certaines positions des ovules, est, en réalité, extérieur au vitellus. En effet, c'est un élément cellulaire surajouté à l'œuf, qui le reçoit dans une dépression de sa surface; par conséquent, aux expressions de *vésicule* ou de *noyau embryogène* que j'ai employées jusqu'ici pour le désigner, et qui répondent à l'idée que je m'en étais faite d'après mes observations premières, je puis substituer dorénavant celle de *cellule embryogène* comme plus conforme à sa véritable nature.

» Quant à l'origine de cette cellule, je ne puis entrer ici dans le détail des preuves qui me la font considérer comme ayant pris naissance sur l'épithélium du follicule ovarique dans lequel l'œuf se développe; l'ensemble des faits sur lesquels je base cette manière de voir forme le sujet d'un travail soumis au jugement de l'Académie, et sur lequel elle sera appelée à se prononcer prochainement; mais il convient d'ajouter ici quelques détails sur les modifications que la cellule embryogène éprouve avec l'accroissement de l'œuf, et son rôle dans l'évolution génésique de ce dernier.

» Dans de très-jeunes ovules du *Pleuronectes limanda*, larges de $0^{mm},06$ à $0^{mm},07$, cette cellule n'offre elle-même qu'un diamètre de $0^{mm},006$, tandis que la vésicule germinative atteint en moyenne $0^{mm},03$. Au premier abord, elle paraît complétement entourée par la substance vitelline; mais, avec un peu d'attention, on découvre l'étroit canal par lequel l'excavation qui la loge communique avec l'extérieur. Sur des ovules un peu plus âgés, cette excavation et son canal se sont convertis en une dépression plus ou moins profonde de la surface du vitellus, au fond de laquelle est logée la cellule embryogène. Par les progrès du développement, celle-ci croît d'abord proportionnellement avec l'ovule, mais comme, pendant ce temps, elle s'est entourée d'une couche de granulations fines de plus en plus abondantes, il arrive un moment où elle se dérobe complétement, sous cette couche, aux regards de l'observateur, et se présente alors comme un noyau compacte formé de granulations cohérentes. C'est sous cet aspect que la cellule embryogène a été aperçue chez diverses espèces animales (Grenouille rousse, plusieurs Araignées, etc.) par quelques observateurs allemands et décrite par eux sous le nom de noyau vitellin (*Dotterkern*).

» Cette production granuleuse s'étend dans un rayon de plus en plus large autour de la cellule embryogène et finit par former sur toute la périphérie de l'œuf une couche continue au-dessous de laquelle on aperçoit encore, pendant quelque temps, le vitellus avec sa transparence et son homogénéité primitives. Cette couche granuleuse représente le premier rudiment du germe, lequel se compose, par conséquent, d'une partie périphérique plus mince et d'une partie centrale plus épaisse, correspondant à son centre de formation, c'est-à-dire à la cellule embryogène. Cette portion épaissie est probablement le point où se formera plus tard, dans l'œuf fécondé ou même avant la fécondation, suivant quelques travaux récents, ce que l'on a nommé proprement le *germe* ou la *cicatricule* dans l'œuf des Poissons osseux. Quant à la partie périphérique, elle revêt dans l'œuf mûr, durci artificiellement, l'apparence d'une membrane qui a reçu diverses

dénominations, suivant l'idée que les auteurs se sont formée de sa signification (*membrane vitelline*, OEllacher, *couche corticale du vitellus*, His).

» A mesure que l'œuf approche du terme de sa maturation, son opacité augmente par le dépôt de plus en plus abondant de corpuscules vitellins dans son intérieur. La vésicule germinative peut encore parfois être distinctement aperçue, alors que la cellule embryogène a depuis longtemps cessé d'être visible. C'est probablement cette circonstance qui a induit M. van Bambeke à penser que cette dernière disparaît avant la maturité de l'œuf et que sa disparition précède celle de la vésicule germinative. Bien que je n'aie aucune preuve positive pour affirmer qu'il en soit autrement, je crois néanmoins pouvoir conclure, par analogie avec mes observations sur l'Araignée, que non-seulement la cellule embryogène survit à la vésicule germinative, mais existe encore dans l'œuf fécondé et en voie de développement embryonnaire. Mais on conçoit toute la difficulté, pour ne pas dire l'impossibilité, que doit présenter la recherche d'un corps aussi délicat au sein d'une émulsion abondante comme celle formée alors par le vitellus.

» En résumé, l'œuf des Poissons osseux présente la même composition que celle dont j'ai antérieurement essayé de démontrer l'existence pour l'œuf des Articulés, c'est-à-dire que, chez tous ces animaux, le germe a la forme d'une vésicule étalée à la surface de l'œuf et renfermant dans son intérieur le vitellus de nutrition. Non-seulement la partie plastique et la partie nutritive présentent une indépendance réciproque complète, aussi haut que l'on peut remonter dans l'observation des phénomènes ovogéniques, mais elles ont chacune une origine différente. Tandis que le principe nutritif est directement déposé au centre de l'œuf, avec ou sans le concours d'éléments étrangers introduits du dehors, point que les auteurs discutent encore, le germe se forme à la périphérie sous l'influence d'une cellule particulière, la cellule embryogène, émanée de la paroi de la loge ovarique, et qui de bonne heure vient se réunir au jeune ovule. »

PHYSIOLOGIE. — *De la chronologie du follicule dentaire chez les Mammifères.* Note de MM. **E. Magitot** et **Ch. Legros**, présentée par M. Ch. Robin.

« Dans une précédente Communication, nous avons eu l'honneur de faire connaître à l'Académie les résultats de nos recherches sur le mode d'origine et la formation du follicule dentaire chez les Mammifères. Aujourd'hui nous présentons un travail qui a pour but la fixation exacte

des époques de la vie embryonnaire ou des premiers temps qui suivent la naissance auxquels apparaissent les divers organes qui concourent à la formation du follicule dentaire. Cette étude, qui a nécessité l'examen d'un grand nombre d'embryons, tant de l'Homme que de divers Mammifères domestiques, nous a fourni les données suivantes :

» En ce qui concerne l'Homme, chez lequel les résultats offrent le plus d'intérêt et le plus grand nombre d'applications, nos observations ont porté sur une série d'embryons présentant depuis 3 centimètres de longueur totale, ce qui correspond à la septième semaine, jusqu'au moment où il atteint 37 centimètres, c'est-à-dire six mois et demi. Cette première série nous a permis de fixer toutes les périodes d'évolution des follicules de la première et une partie de ceux de la seconde dentition. Les autres phases de cette dernière ont été établies par l'étude de sujets voisins du terme ou chez des nouveau-nés de divers âges.

» Le plus petit de ces embryons, mesurant 3 centimètres (septième semaine), a permis de déterminer qu'à cette époque on ne rencontre aucun point d'ossification sur une partie quelconque de la face et du crâne. Seule la mâchoire inférieure présente quelques travées osseuses rudimentaires au voisinage du cartilage de Meckel. Au point de vue de l'évolution folliculaire, nous n'avons constaté chez cet embryon que l'existence du bourrelet épithélial. La lame épithéliale n'est pas encore formée.

» Une série d'embryons humains mesurant $5\frac{1}{2}$ centimètres, $7\frac{1}{2}$ centimètres, 11 centimètres et 20 centimètres, a permis de fixer les époques d'apparition de la *lame épithéliale*, de l'*organe de l'émail*, du *bulbe*, de la *paroi folliculaire* jusqu'au moment où celle-ci effectue la clôture du sac.

» Sur le dernier de ceux-ci, c'est-à-dire sur celui de 20 centimètres, nous avons établi l'époque exacte où le cordon du follicule de *deuxième* dentition se détache du cordon de follicule primitif.

» C'est sur un embryon de $23\frac{1}{2}$ centimètres de longueur que nous avons vu le follicule secondaire, représenté par son cordon épithélial, se séparer du cordon primitif pour poursuivre isolément son évolution distincte. Les phases ultérieures de ce développement ont pu être fixées sur des embryons dont la dimension variait entre 27 et 40 centimètres.

» En ce qui concerne la chronologie des follicules des molaires permanentes de l'homme, qui ne sont pas précédées de dents temporaires correspondantes, les époques d'apparition de leurs parties constituantes ont été établies à partir de 20 centimètres pour le début de la *première* molaire, du troisième mois après la naissance pour la *seconde*, et de la troisième année pour la *dernière* ou *dent de sagesse*.

Chronologie du follicule dentaire chez l'Homme.

DÉSIGNATION DES FOLLICULES.	LIEU DE LA GENÈSE du cordon.	DÉBUT de l'organe de l'émail.	APPARITION du bulbe.	APPARITION de la paroi folliculaire.	CLOTURE du follicule. Rupture du cordon.	APPARITION du chapeau de dentine.	ÉPOQUE d'éruption de la dent.	ÉPOQUE de la chute spontanée.
A. — Dentition temporaire.								
Incisives centrales inférieures....	....	....	....	....	....	....	6e mois..	7e année.
» » supérieures....	....	....	....	....	....	....	10e mois..	7 ans 1/2.
» latérales inférieures....	....	....	....	....	....	16e semaine(1).	16e mois..	8e année.
» » supérieures....	....	....	....	....	....		20e mois..	
Canines inférieures............	Lame épithéliale.	De la 7e à la 8e semaine.	9e semaine.	10e semaine.	Commencem. du 4e mois.	....	Du 30e au 32e mois.	12e année.
» supérieures...........						....		
Premières molaires inférieures...	....	....	....	....	....	....	24e mois.	10e année.
» » supérieures..	....	....	....	....	....	17e semaine.	26e mois..	10 ans 1/2.
Deuxièmes » inférieures...	....	....	....	....	....		28e mois..	11e année.
» » supérieures..	....	....	....	....	....	....	30e mois..	11 ans 1/2.
B. — Dentition permanente.								
Incisives centrales inférieures...	....	....	....	....	....	....	7e année..	
» » supérieures...	Cordon des dents temporaires correspondantes.	....	....	....	....	....		
» latérales inférieures...		....	....	....	....	....	8 ans 1/2...	
» » supérieures...		....	....	....	....	....		
Canines inférieures............		....	....	....	....	....	De 11 à 12 ans.	
» supérieures...........	....							
Premières prémolaires inférieures.	Cordon de la première molaire temporaire.	Vers la 16e semaine.	20e semaine.	21e semaine.	Commencem. du 9e mois.	1er mois de la naissance.	De 9 à 10 ans.	
» » supérieures.		....	....	....	....	....		
Deuxièmes » inférieures.	Cordon de la seconde molaire temporaire.	....	....	....	....	....	11e année.	
» » supérieures.		....	....	....	....	....		
Premières molaires inférieures...	Lame épithéliale.	15e semaine.	17e semaine.	18e semaine.	20e semaine.	6e mois de la vie fœtale.	De 5 à 6 ans.	
» » supérieures..								
Deuxièmes » inférieures...	Cordon de la première molaire permanente.	3e mois après la naissance.	1re année..	1re année...	1re année..	3e année...	De 12 à 13 ans.	
» » supérieures..								
Troisièmes » inférieures...	Cordon de la seconde molaire permanente.	3e année...	Au delà de la 6e année.	Au delà de la 6e année.	Au delà de la 6e année.	12e année..	De 18 à 25 ans.	
» » supérieures..								

(1) L'apparition du chapeau de dentine, désignée dans ce tableau comme s'effectuant à la 16e semaine, n'a pas lieu toutefois simultanément pour les divers follicules des incisives et des canines. On les voit naître successivement et à quelques jours d'intervalle pour ces différentes dents, et suivant l'ordre de leur désignation. La même remarque s'applique aux incisives, canines et prémolaires permanentes, dont le chapeau de dentine est désigné comme apparaissant dans le cours du premier mois de la naissance.

» Cette étude chronologique, poursuivie chez d'autres Mammifères, nous a donné des résultats beaucoup moins précis, en raison des incertitudes qui, pour quelques espèces, subsistent sur les rapports entre les dimensions de l'embryon et leur âge.

» Nous donnerons seulement sur ce point les documents suivants, l'ensemble de ces recherches devant être publié ultérieurement :

» Chez le Mouton, c'est lorsque l'embryon a 52 millimètres que l'on voit apparaître la *lame épithéliale*. Antérieurement à cette époque, on ne constate que le *bourrelet;* à 72 millimètres, l'organe de l'émail se détache de la lame; à 82 millimètres, le *bulbe* est apparu et la *paroi folliculaire* se détache de sa base; à 115 millimètres, le follicule est clos et l'on voit apparaître les premiers rudiments du chapeau de dentine.

» Chez le Cheval, l'examen de quatre embryons nous a permis d'établir les données suivantes. A cent jours, les organes de l'émail des incisives sont distincts et se détachent de la lame épithéliale; les follicules des molaires sont à un état un peu plus avancé. A cent quatre-vingt-dix jours, les follicules des incisives sont clos; les molaires sont dans un état à peu près analogue. A deux cents jours, les follicules sont arrivés à leur entier développement, qui précède de quelques jours l'apparition du chapeau de dentine; les follicules des incisives permanentes sont visibles, mais non encore clos. A deux cent vingt jours, les follicules temporaires sont très-volumineux; le chapeau de dentine est déjà considérable; les deux organes du cément coronaire et radiculaire sont en place et tout à fait développés.

» Des recherches analogues ont été entreprises chez des embryons de Veau, de Chien et de divers Rongeurs; l'exposé des résultats dépasserait les limites de cette Communication. »

CHIRURGIE. — *Expériences sur l'emploi de la galvanocaustie dans les opérations chirurgicales.* Note de MM. **Ch. Legros** et **Onimus** (présentée par M. Sédillot).

« Plusieurs chirurgiens ont déjà indiqué que les escarres galvanocaustiques enfoncées dans la cavité péritonéale sont susceptibles de se résorber sans suppuration. L'innocuité de ces escarres a été démontrée par plusieurs expériences; mais, dans celles-ci, les opérations qui ont été faites avec le galvanocautère auraient pu, à la rigueur, être faites avec succès par les instruments tranchants. Pour mieux démontrer les avantages de la

galvanocaustie, nous avons déterminé des lésions intra-péritonéales avec le galvanocautère, lésions habituellement mortelles avec d'autres procédés.

» Nous avons ainsi, sur des rats et sur des chiens, après avoir ouvert l'abdomen, enlevé une portion du foie au moyen du couteau galvanocaustique. En procédant lentement, nous n'avons eu aucune hémorrhagie, et les animaux se sont complétement remis de ces opérations.

» A l'autopsie faite sur ces animaux, sacrifiés trois semaines après l'opération, on trouve, chez un rat, auquel on avait enlevé une portion notable du lobe du foie, et qui n'a jamais eu de symptôme ictérique, le foie absolument sain, et, dans la partie sectionnée, de nombreuses et fortes adhérences avec l'estomac et une portion de l'intestin.

» Chez un chien, on trouve à l'autopsie le péritoine sain; le foie est libre de toute adhérence avec la plaie extérieure. Au niveau de la section du lobe, il existe des brides assez longues allant du foie au côlon transverse, au côlon et à l'estomac. Les bords de la section sont légèrement recroquevillés, et le lobe se termine par une surface obtuse, communiquant avec les néomembranes. Celles-ci sont vasculaires et ne renferment, nulle part, aucune trace de pus ni d'inflammation. En tirant sur ces brides, on remarque qu'elles se continuent avec la membrane de Glisson. On conçoit combien cette opération serait impraticable avec d'autres procédés, car il est difficile, sinon impossible, de mettre une ligature sur un lobule du foie: la section entraîne forcément une hémorrhagie; les caustiques seuls pourraient agir dans le même sens que la galvanocaustie, mais leur action ne pourrait être limitée et agirait très-imparfaitement.

» La galvanocaustie a, dans ces cas, non-seulement supprimé toute hémorrhagie, mais empêché l'écoulement de la bile dans le péritoine, et elle a produit une escarre qui s'est résorbée sans suppuration et sans inflammation du péritoine.

» On comprend, d'un autre côté, combien une section faite dans le tissu d'une glande entraîne des accidents bien plus graves que l'ablation d'une glande entière; car dans ces cas l'escarre est plus grande, et il faut non-seulement que l'hémorrhagie soit arrêtée, mais même que les liquides de la sécrétion ne puissent, par cette section, se déverser dans le péritoine.

» Nous avons également, sur deux chiens, enlevé une portion des reins. Sur l'un, nous avons coupé le rein dans presque toute sa longueur en mettant à nu les bassinets; il nous a été impossible d'oblitérer complétement ces bassinets, et, l'urine venant à suinter dans le péritoine, l'animal est mort au bout de quarante-huit heures.

» Sur le second chien, nous avons fait une section très-profonde dans la couche corticale, mais sans mettre à nu les bassinets. Ce chien a vécu dix jours, sans présenter de symptômes graves, mais, le dixième jour, il est tombé malade et a succombé rapidement. A l'autopsie, on trouve à la place de l'escarre quelques adhérences, et, en examinant au microscope la surface de la plaie, on constate la présence de cellules épithéliales normales des séreuses, et un grand nombre d'éléments embryo-plastiques. La plaie était donc en voie de cicatrisation. Au fond de la perte de substance, on découvre une petite ouverture, communiquant avec un large bassinet, par laquelle l'urine a dû s'écouler au moment de la chute de l'escarre. Sans cette communication directe avec un bassinet, tout fait supposer que la cicatrice se fût faite sans accident.

» Dans un autre ordre d'idées, mais toujours dans le but de montrer l'innocuité des escarres galvanocaustiques, nous avons transpercé de part en part, avec une large aiguille, le thorax d'un cobaye, et nous avons aussitôt cautérisé cette longue plaie du poumon, au moyen d'un fil de platine rougi par le courant électrique. L'animal a survécu sans accidents, et sa plaie est complétement cicatrisée.

» Ces faits, dont quelques-uns n'ont, comme procédés opératoires, que peu de valeur pratique, indiquent, d'une façon incontestable, l'innocuité des escarres galvanocaustiques dans les cavités péritonéales et pleurales, ainsi que la supériorité de cette cautérisation sur les autres procédés pour l'ablation ou la cautérisation des organes renfermés dans ces cavités. »

GÉOLOGIE. — *Sur les marnes à huîtres de Fresnes-lès-Rungis (Seine)*; Note de M. **Stan. Meunier**, présentée par M. Daubrée.

« Il existe, dans le village même de Fresnes-lès-Rungis, une petite carrière, maintenant abandonnée, et qui présente, de haut en bas, sur une épaisseur de 3 à 4 mètres, les couches suivantes. Au-dessous de la terre végétale se montrent successivement :

» 1° Marne blanche pétrie d'*Ostrœa cyathula*;
» 2° Marne brune;
» 3° Marne blanche sans fossiles;
» 4° Marne brune identique au n° 2;
» 5° Marne blanche sans fossiles, identique au n° 3;
» 6° Marne pétrie d'*Ostrœa longirostris;*
» 7° Marne sableuse, très-blanche;
» 8° Enfin, calcaire à *cerithium plicatum*, *cytherœa incrassata*, milliolites, pinces de Crustacés, etc.

» C'est ce calcaire qui faisait l'objet de l'exploitation aujourd'hui interrompue; on le voit sur plus d'un mètre d'épaisseur, mais son support n'est pas visible.

» Entre Petit-Fresnes et Chevilly, une exploitation de meulières de Brie montre ce même calcaire en couches bien plus minces, surmonté de marne blanche, à laquelle succède la couche à *O. longirostris*, et reposant sur un petit lit de marne rougeâtre qui surmonte les meulières.

» La position de ce calcaire est donc nettement déterminée, et il y a lieu, par conséquent, de figurer désormais sur la carte géologique le sable de Fontainebleau, dont il constitue la base, dans cette partie occidentale du plateau de Villejuif.

» Ce point établi, revenons à la carrière de Fresnes. Les couches y sont nettement inclinées vers le nord-ouest, ce qui fait que, dans une portion de la carrière, c'est la couche à *O. longirostris* qui affleure, tandis que dans une autre, et quoique ces assises soient restées parallèles entre elles, c'est la couche à *O. cyathula*. Ce fait, uni à cet autre, que les Huîtres sont ici à la cote de 81 mètres, tandis qu'à Chevilly les meulières de Brie sont à celle de 87 mètres, montre qu'il y a eu glissement en masse, glissement causé sans doute par un tassement des marnes vertes sous-jacentes.

» Un point sur lequel je désire, en outre, appeler l'attention, c'est la présence dans la couche à *O. cyathula* (n° 1 de la coupe ci-dessus) de nombreux petits galets de calcaire, offrant tous les caractères de pierrailles longtemps battues par les flots. Il en résulte, je crois, que Fresnes-lès-Rungis est précisément placé sur le littoral de la mer où vivaient les *O. cyathula*. Celles-ci se sont souvent fixées sur les galets qui nous occupent, comme l'ont fait aussi des Serpules, des Balanes, des Bryozoaires et d'autres animaux marins.

» Ce qui ajoute de l'intérêt à cette remarque, c'est que, en examinant ces galets calcaires et en les brisant, on constate qu'ils sont fossilifères. Certains d'entre eux sont comme pétris de petites Bithinies qui ne paraissent correspondre à aucune de celles que M. Deshayes décrit comme appartenant au terrain des sables de Fontainebleau. Au contraire, elles m'ont paru identiques à la *B. pusilla* du calcaire de Saint-Ouen.

» Si l'on fait attention que les galets calcaires que je signale ont la plus grande analogie d'aspect et de texture avec les calcaires lacustres, on sera porté à croire que c'est par la démolition du travertin inférieur que la mer des *O. cyathula* a produit à Fresnes ses galets.

» J'ajouterai que la petite Bithinie contenue à l'intérieur des galets se

retrouve autour d'eux dans l'argile où ils sont noyés; mais, avant d'admettre qu'elle est contemporaine de l'*O. cyathula*, on peut présumer qu'elle subsiste après la désagrégation du calcaire marneux qui la contenait déjà à l'état fossile et que sa petitesse l'a préservée de toute altération.

» On voit qu'il résulte de ces faits, non-seulement la connaissance d'un point du littoral de la mer des Huîtres, mais aussi celle de l'âge des falaises qui la bordaient en ce point. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Observation d'un bolide à Versailles, le* 3 *décembre* 1873; Lettre de M. **Martin de Brettes** à M. le Secrétaire perpétuel.

« Ce soir, 3 décembre 1873, à $7^h 10^m$, j'ai aperçu, en traversant à peu près du sud au nord la place d'Armes de Versailles, un peu vers l'est et à une hauteur angulaire d'environ 30 degrés, un gros bolide lumineux. Il se dirigeait de l'ouest vers l'est et s'est brisé en plusieurs éclats, qui formaient une gerbe lumineuse, divergeant vers l'est et dont l'axe tournait sa concavité vers la Terre. Je n'ai pu voir qu'une petite partie des trajectoires, qui ont disparu derrière les maisons, au nord de l'avenue de Saint-Cloud, dont la direction est ouest-est.

» Le phénomène n'a duré que quelques secondes. Je me suis arrêté pendant dix minutes environ, pour attendre le bruit de l'explosion : je n'ai rien entendu. »

HYDROLOGIE. — *Nouvelle analyse de l'eau de la fontaine Saint-Thiébaut, à Nancy;* par M. **P. Guyot.**

« L'eau ferrugineuse de la fontaine Saint-Thiébaut, connue à Nancy depuis environ 1640, est très-fraîche, limpide et laisse par l'évaporation un sédiment calcaire, coloré en rouge par du fer. Sa densité est de 1,004 et sa température de + 8 degrés. Son titre hydrotimétrique est de 54 degrés. Elle contient par litre :

» Acide carbonique libre : $0^{gr},018$; — carbonate de chaux : $0^{gr},310$; — carbonate de fer : $0^{gr},020$; — des traces de carbonate de magnésie; — sulfate de chaux : $0^{gr},350$; — sulfate de magnésie : $0^{gr},015$; — chlorure de sodium : $0^{gr},059$; — traces de chlorure de potassium; — sesquioxyde de fer : $0^{gr},020$; — silice et alumine : $0^{gr},010$; — traces d'arséniate de fer, de fluor, d'acide crénique et apocrénique. — Total.... $0^{gr},802$. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Études sur divers combustibles du bassin de Donetz et de Toula (Russie). Analyses et déterminations calorimétriques.* Note de MM. A. **Scheurer-Kestner** et **Ch. Meunier-Dollfus**, présentée par M. Balard.

« La Russie possède d'immenses ressources houillères, dans les terrains carbonifères du bassin de Donetz. Ces gisements commencent à être exploités. Il n'est pas douteux que, lorsqu'ils auront été reliés à la mer d'Azof par des voies de transport, ils fourniront des combustibles qui pourront être substitués avantageusement aux houilles anglaises, dans la mer Noire et dans quelques stations de la Méditerranée. Plusieurs de ces combustibles sont d'une pureté exceptionnelle et ne produisent, à la combustion en grand, que 2 à 3 pour 100 de cendres. Nous avons eu l'occasion d'en étudier quelques-uns. Les résultats des recherches que nous avons l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie font suite à ceux que nous avons communiqués précédemment (1).

» Nous avons reconnu, d'une manière générale, dans nos expériences sur les combustibles minéraux, que leur chaleur de combustion est supérieure à celle qui est indiquée par le calcul fait suivant la loi de Dulong. Les houilles de Ronchamp, du Creusot, de Blanzy, de Saarbruck, de Denain, d'Anzin et deux houilles anglaises ont toutes présenté ce caractère; certains lignites seuls ont donné des résultats inférieurs au calcul. Les houilles russes de Donetz, tout en ne s'écartant pas d'une manière absolue des précédentes, présentent cependant une différence assez sensible avec celles-ci, sous le rapport de leur pouvoir calorifique. Ainsi, parmi celles que nous avons étudiées, il y en a deux dont la chaleur de combustion ne dépasse pas de plus de 1 à 2 pour 100 le résultat du calcul; une troisième, au contraire, reste un peu au-dessous (2). Quant au lignite de Toula, il possède les qualités de certains lignites de France et de Bohême que nous avons étudiés (3). Sa chaleur de combustion est très-inférieure au nombre obtenu par l'addition de la chaleur de combustion de ses éléments; mais elle dé-

(1) *Comptes rendus*, t. LXVII, p. 659 et 1002; t. LXVIII, p. 608; t. LXIX, p. 412; t. LXXIII, p. 1061 et 1332.

(2) Ce combustible est difficile à brûler dans le calorimètre. Il produit beaucoup de noir de fumée; aussi ne sommes-nous pas arrivés à obtenir des nombres très-concordants. Il se peut que la différence observée tienne à un défaut de combustion.

(3) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXVI; 1872.

passe de beaucoup celle qu'on obtient par le calcul fait suivant la loi de Dulong.

	Anthracite Grouchesski (Don).		Houille Mioucki (Don).		Houille Galoubosski (Don).		Lignite de Toula (Gouv. du Riazan)	
	Combustible brut.	Combustible pur.	Combust. brut.	Combust. pur.	Combust. brut.	Combust. pur.	Lignite brut.	Lignite pur.
Carbone	91,20	96,66	89,97	91,45	77,47	82,67	54,37	73,72
Hydrogène	1,27	1,35	4,43	4,50	4,75	5,07	4,49	6,09
Oxygène et azote, avec trace de soufre	1,88	1,99	3,98	4,05	11,48	12,26	14,89	20,19
Cendres	1,57	»	0,23	»	1,42	»	16,86	»
Eau	4,08	»	1,39	»	4,88	»	9,39	»
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

	Chaleur de combustion.	Chaleur de combustion.	Chaleur de combustion.	Chaleur de combustion.
Combustible brut	7855 cal (1)	8546 cal (2)	7505 cal (3)	5794 cal (4)
» pur	8259	8695	8021	7687
Chaleur calculée A (somme de chaleur de combustion des éléments)	8277	8946	8434	8063
Chaleur calculée B (d'après la loi de Dulong)	8190	8773	7904	7191

» Ces expériences montrent, encore une fois, qu'il est impossible de se rendre compte de la valeur de ce genre de combustibles par la connaissance de leur composition élémentaire. Nous avons eu entre les mains des

---

(1) La calcination en vase clos donne 91 pour 100 de résidu mal aggloméré.

La chaleur de combustion est à peu près égale à celle que donne l'addition de celle des éléments qui la composent.

Cette chaleur de combustion a été déterminée au moyen du calorimètre à combustions vives, qui nous a servi dans nos expériences antérieures. Dans nos calculs, afin que les résultats actuels restent comparables aux précédents, nous n'avons pas fait usage de la nouvelle formule de MM. Jamin et Amaury. L'emploi de cette formule aurait augmenté d'environ 2 pour 100 le nombre des calories accusées par notre calorimètre.

(2) La calcination en vase clos a produit 80 pour 100 de coke très-dur.

La chaleur de combustion de la houille Mioucki est un peu inférieure à la somme de celles des éléments. La combustion de cette houille étant difficile, on ne parvient pas à empêcher la formation du noir de fumée dans le calorimètre. On peut donc admettre que la chaleur de combustion observée doit être à peu près égale à celle que donne le calcul fait suivant la loi de Dulong.

(3) La calcination en vase clos a produit 60 pour 100 de coke bien aggloméré, mais moins consistant que le précédent.

La chaleur de combustion est supérieure à celle que donne le calcul fait d'après la loi de Dulong.

(4) La calcination en vase clos laisse 60 pour 100 de résidu pulvérulent.

Ce lignite est connu, à Moscou, sous le nom de *houille* ou *lignite de Toula*. Plaques qui se

échantillons de houille très-rapprochés par leur composition élémentaire et dont le pouvoir calorifique variait beaucoup. Voici, comme exemple, la comparaison entre un échantillon de houille de Ronchamp et la houille Mioucki ci-dessus :

	Ronchamp.	Mioucki.
Carbone..............	88,38	91,45
Hydrogène............	4,42	4,50
Oxygène et azote........	7,20	4,05
	100,00	100,00
Chaleur de combustion...	9117 calories	8695 calories

» Il semblerait, au premier abord, que la houille Mioucki dût posséder une chaleur de combustion supérieure à celle de la houille de Ronchamp; c'est le contraire qui a lieu : la différence est considérable, puisqu'elle dépasse 450 calories, ou 5 pour 100. Il est vrai que ces houilles, assez rapprochées quant à leur composition élémentaire, diffèrent notablement quant à leur composition immédiate : la première dégage, par la calcination en vase clos, des hydrocarbures renfermant 70 pour 100 de carbone, tandis que les hydrocarbures de la seconde en renferment 80 pour 100. »

M. J. Rouby adresse une Note relative à un moyen pour prévenir les inondations.

A 5 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures un quart. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 1er décembre 1873, les ouvrages dont les titres suivent :

Bulletin de la Société impériale des Naturalistes de Moscou, publié sous la rédaction du Dr Renard, année 1873, n° 1. Moscou, 1873; 1 vol. in-8°.

---

brisent en fragments lamelleux à arêtes vives et à faces conchoïdales. Sa couleur est brune.

La chaleur de combustion de ce lignite est supérieure d'environ 500 calories à celle que donne le calcul fait suivant la loi de Dulong.

The nautical Almanac and astronomical Ephemeris for the year 1877, *with an appendix containing elements and ephemerides of Ceres, Pallas, Juno and Vesta.* London, J. Murray, 1873; in-8°.

Proceedings of the London mathematical Society; vol. I, II, III. London, Hodgson and Son, 1865 à 1871; 3 vol. in-8°, reliés.

An address on the general principles which should be observed in the construction of hospitals, etc.; DOUGLAS-GALTON. London, Macmillan, 1869; 1 vol. in-12, relié.

The american Journal of Sciences and Arts; third series, vol. VI, n° 35, november 1873. New-Haven, 1873; in-8°.

Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz, etc. Fünfzehnte Lieferung das Gotthardgebiet; von Karl VON FRITSCH. Bern, 1873; 1 vol. in-4°, avec cartes.

Ueber Deformationen elastischer isotroper Körper durch mechanische an ihrer Oberfläche Wirkende Kräfte von C.-W. BORCHARDT. Berlin, G. Vogt, 1873; br. in-8°.

Revista de la Universidad de Madrid, junio, julio, agosto 1873. Madrid, Aribau, 1873; 3 br. in-8°.

Anales del Observatorio de Marina de San-Fernando, publicados de orden de la superioridad por el Director don C. PUJAZON; seccion 2ª : *Observaciones meteorologicas,* año 1871. San-Fernando, tip. Gay, 1871; in-fol.

Memoria de la cuadratura del circulo, exacta razon de π o sea el diametro y su circonferencia; por D.-J. DE PABLOS *y* SANCHO. Manila, 1872-1873, Ramirez y Girandier; br. in-8°.

Memoria del nuovo procedimiento para hallar la raiz cuadrada a toda cantidad; por D.-J. DE PABLOS *y* SANCHO. Binondo, 1873, B.-G. Moras; br. in-8°.

C. PITTEI. *Ricordo del prof.* G.-B. DONATI. Firenze, 1873; br. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 15 DÉCEMBRE 1873.

PRÉSIDENCE DE M. DE QUATREFAGES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

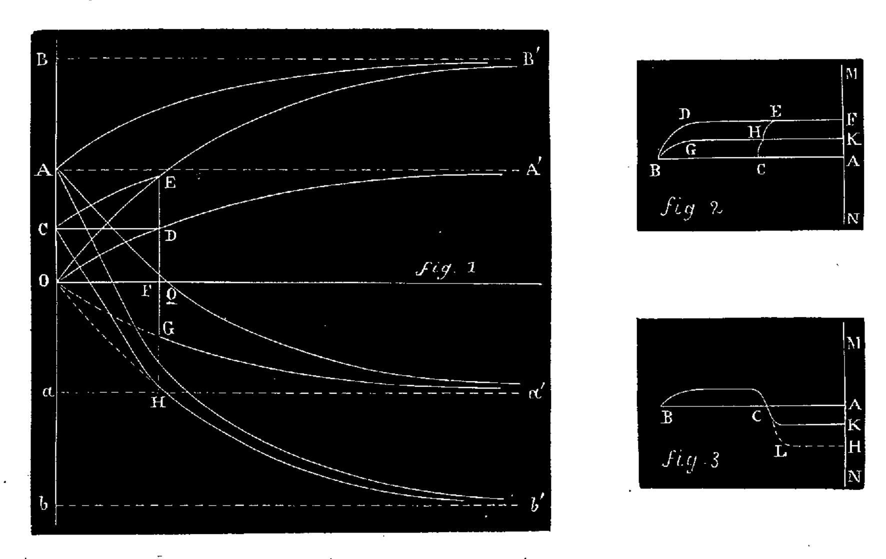
MAGNÉTISME. — *Sur les lois de l'aimantation de l'acier par les courants;* par M. J. JAMIN.

« J'ai montré, dans mes précédents Mémoires, qu'on peut mesurer le magnétisme libre, en divers points d'un aimant, par la racine carrée de la force qui est nécessaire pour arracher un petit contact de fer de 1 millimètre de section et de longueur indéfinie. J'ai fait voir, en outre, que si la barre d'acier est peu longue et suffisamment épaisse, elle constitue un aimant *normal*, c'est-à-dire que la distribution magnétique est figurée par les ordonnées d'une droite passant par le milieu et faisant avec l'axe un angle α plus ou moins grand suivant la qualité de l'acier; de telle sorte qu'il suffit d'avoir la quantité magnétique à l'extrémité, c'est-à-dire la racine carrée de la force d'arrachement f, pour connaître l'état de tous les points du barreau. Je vais maintenant chercher comment varie $\sqrt{f}$ quand on aimante l'acier avec des courants d'intensité croissante.

» Les barres que j'ai examinées proviennent des forges d'Allevard. Elles ont 300 millimètres de longueur, 12 d'épaisseur et 30 de largeur; elles réalisent des aimants normaux. Je les aimante en les plongeant dans des

bobines qui les enveloppent entièrement. La force d'arrachement à l'extrémité est mesurée à la manière ordinaire et exprimée en grammes.

» I. Pendant le passage du courant dans la bobine, la barre prend une forte aimantation, que j'appellerai *totale*. Soit $x+y$ la racine carrée de la force d'arrachement. Après l'ouverture du circuit, il ne reste qu'un faible résidu, l'aimantation *permanente*, que je représenterai par x; enfin je nommerai magnétisme *temporaire* y la différence entre les deux aimantations totale et permanente.



» Considérons d'abord le cas où la barre, vierge de toute aimantation antérieure, est soumise à l'action d'un courant d'intensité i progressivement croissant. Tant que dure ce courant, l'aimantation totale $x+y$ croît avec i, comme dans les électro-aimants, jusqu'à une limite $\sqrt{F}$ pour $i=\infty$; elle peut être représentée par la formule suivante :

$$x+y=\frac{\sqrt{F}}{90^\circ}\operatorname{arc\,tang}\frac{i}{a}, \tag{1}$$

a étant une constante que l'expérience détermine. Cette formule montre que $x+y$ augmente avec i, et que, pour $i=\infty$, l'arc devenant égal à 90 degrés, $x+y$ prend sa valeur maxima $\sqrt{F}$. La courbe $x+y$ est représentée par AB' (*fig.* 1); elle a une asymptote BB' parallèle à l'axe des i à une distance $\sqrt{F}$. La formule (1) peut s'écrire

$$i=a\operatorname{tang}\frac{90^\circ}{\sqrt{F}}(x+y). \tag{2}$$

F, qui est la force d'arrachement quand la pile est formée par un grand nombre d'éléments, est donnée par l'expérience. On peut vérifier la formule (2), soit en calculant pour chaque couple de valeurs de i et de $x+y$ le coefficient a qui doit être constant, soit en donnant à a une valeur moyenne et en calculant celle de i, qui doit reproduire les nombres donnés par l'expérience. Les tableaux suivants ne laissent aucun doute sur cette vérification, faite avec deux aciers qui étaient désignés par les lettres A et D, le premier doux, le deuxième assez dur.

» Lorsque, après avoir circulé dans la bobine, le courant vient à être interrompu, il ne reste plus que l'aimantation permanente x; mais celle-ci croît aussi avec l'intensité i du courant antérieur; elle peut également se représenter par les mêmes formules

$$x = \frac{\sqrt{F_1}}{90^\circ} \text{arc tang} \frac{i}{a_1}, \quad i = a_1 \text{ tang} \frac{90^\circ}{\sqrt{F_1}} x.$$

a_1 est différent de a, et $\sqrt{F_1}$ est plus petit que $\sqrt{F}$. La courbe des valeurs de x est représentée par OA'; elle admet également une asymptote parallèle à l'axe des i et à une distance $\sqrt{F_1}$. Le même tableau de nombres justifie cette deuxième formule comme dans le cas précédent.

» Quant à l'aimantation transitoire y, elle est représentée par la différence entre $x+y$ et y; elle est égale à la distance des deux courbes et croît également avec i.

	Aimantation totale.						*Aimantation permanente.*					
	ACIER A.			ACIER D.			ACIER A.			ACIER D.		
i observé.	$x+y$	i calculé.	a	$x+y$	i calculé.	a	x	i calculé.	a	x	i calculé.	a
0,000	0	0	»	0	0	»	0	0	»	0	0	»
0,048	6,9	0,059	0,122	5,4	0,053	0,148	1,1	0,044	0,224	1,6	0,049	0,254
0,083	9,5	0,083	0,151	9,1	0,098	0,137	2,0	0,078	0,222	2,6	0,082	0,265
0,141	13,7	0,138	0,154	12,0	0,138	0,169	3,0	0,133	0,218	3,9	0,129	0,286
0,186	15,8	0,174	0,162	14,4	0,178	0,172	4,0	0,109	0,185	5,0	0,172	0,281
0,231	17,6	0,212	0,164	16,0	0,221	0,171	4,4	0,230	0,205	6,0	0,222	0,273
0,278	19,5	0,267	0,158	17,3	0,262	0,176	4,9	0,280	0,203	6,6	0,273	0,267
0,359	21,4	0,345	0,158	19,2	0,319	0,186	5,7	0,395	0,186	7,9	0,346	0,272
0,510	23,9	0,528	0,146	21,9	0,564	0,149	6,4	0,573	0,182	9,6	0,545	0,234
0,578	»	»	»	22,7	0,573	0,167	»	»	»	10,0	0,618	0,245
0,727	»	»	»	23,7	0,748	0,165	»	»	»	10,6	0,761	0,250
		a =	0,151		a =	0,165		a =	0,202		a =	0,262
		$\sqrt{F}$ =	29,0		$\sqrt{F}$ =	26,0		$\sqrt{F_1}$ =	8,2		$\sqrt{F_1}$ =	13,4

» II. Le cas que je viens d'étudier, celui d'un acier primitivement vierge, est le plus simple de tous. Une fois qu'il a subi l'action du

courant, le barreau garde un magnétisme que des courants ultérieurs peuvent modifier, mais non détruire. Cherchons les lois de ces modifications, d'abord pour un courant du même sens que celui qui a donné la première aimantation. Supposons que l'intensité du courant primitif soit $i = \mathrm{OF}$, qu'il ait produit un magnétisme total $\mathrm{EF} = x + y$ et laissé une aimantation permanente $x = \mathrm{DF}$, que j'appèllerai A.

» L'intensité du courant qu'on fait agir ensuite, croissant de i à OF, détermine une augmentation du magnétisme représentée par la courbe CE, et l'expérience prouve que cette addition est justement égale au magnétisme transitoire y qui a été développé, dans le cas précédent, pour l'acier vierge, par la même intensité de courant; puis, lorsque ce courant a cessé, la barre se retrouve avec son magnétisme permanent $x = \mathrm{DF}$, qui n'a pas changé, et qui est représenté par la droite CD.

» Lorsque l'intensité du courant atteint la valeur $i = \mathrm{OF}$, la barre se retrouve dans le même état que si, étant vierge, elle avait subi l'effet de ce même courant $i = \mathrm{OF}$, et, l'intensité continuant à augmenter ensuite jusqu'à l'infini, les deux courbes de magnétismes total et transitoire se continuent suivant EB′ et DA′, comme dans le cas précédent.

» Dans le cas particulier ou l'aimantation primitive aurait été produite par un courant infini, l'aimantation permanente serait OA. Elle resterait égale à OA et représentée par la droite AA′ après l'action d'un second courant de même sens, quelle que soit son intensité. Pour avoir l'aimantation totale, il faudrait ajouter y à l'ordonnée AA′, et l'on aurait la courbe AB′ rejoignant à l'infini l'asymptote BB′.

» En résumé, le magnétisme transitoire y est indépendant de l'état permanent. Il n'est fonction que de i et s'ajoute au magnétisme, quel qu'il soit, que la barre conserve après que le courant a cessé. Le deuxième tableau montre les valeurs de y après des états antérieurs très-divers qui sont inscrits en tête de chaque colonne pour $i = 0$. On trouvera des différences sensibles entre ces nombres; il ne faut pas les attribuer seulement à l'erreur des observations, mais probablement à une inexactitude de la loi ellemême, que je suis porté à ne considérer que comme approximative.

Acier E.

i obs.	Acier vierge. $x+y$	x	y	Après une aimantation antérieure A. $A+y$	y	$A+y$	y	$A+y$	y
0,000	0	0	0	9,5	0	10,4	0	12,4	0
0,048	4,0	0,9	3,1	12,3	2,8	13,1	2,7	14,4	2,0
0,085	6,0	1,8	4,2	13,8	4,3	14,4	4,0	16,9	3,7
0,141	9,4	2,9	6,5	15,5	6,0	16,1	5,7	17,5	5,0
0,186	12,0	4,0	8,0	16,1	6,8	17,1	6,7	18,4	6,0
0,231	14,0	4,9	9,1	17,4	7,9	17,8	7,4	18,9	6,5
0,278	15,8	5,8	10,0	18,4	8,9	18,4	8,0	19,8	7,4
0,359	18,2	7,1	11,1	19,6	10,1	19,7	9,3	20,7	8,3
0,510	21,3	9,4	11,9	21,4	11,9	21,2	10,8	21,6	10,2
0,578	»	»	»	22,1	12,6	22,0	11,6	23,4	11,0

» III. Supposons maintenant qu'après avoir donné, par un courant direct, une aimantation permanente $A = OA$, on dirige dans la bobine un courant croissant contraire, qui donnerait pour un acier vierge les deux courbes Oa' et Ob' symétriques de OA' et OB', on verra le magnétisme primitif diminuer d'abord, puis changer de signe. L'aimantation permanente sera figurée par la courbe AQa'. Pour $i = \infty$, elle sera devenue égale et contraire à OA'; elle sera tangente à la courbe Oa' qui représenterait l'aimantation inverse développée par le même courant si la barre était vierge. L'expérience prouve que, dans tous les cas, les ordonnées de AQa' sont représentées par $A - 2x = z$; de sorte que, si l'on retranche ces ordonnées z de A et qu'on divise la différence par 2, on retrouvera les valeurs de x. C'est ce que montre le troisième tableau.

Acier B.

i observé.	Première série. Acier vierge. $x+y$	x	y	Deuxième série. Courant inverse. z' $A-2x-y$	z $A-2x$	$z-z'$ y	$\frac{A-z}{2}$. x
0	0	0	0	+12,4	+12,4	0	0
0,048	5,8	1,6	3,8	+ 5,7	+ 8,6	2,9	1,9
0,083	8,3	2,5	6,4	0	+ 7,0	7,0	2,7
0,141	13,4	4,1	9,3	6,6	+ 4,2	10,8	4,5
0,186	15,7	5,2	10,5	11,4	+ 0,5	11,9	5,9
0,231	17,3	6,3	11,0	13,8	1,0	12,8	6,7
0,278	18,9	7,1	11,7	16,2	2,8	13,4	7,6
0,359	20,7	8,6	12,1	18,5	5,0	13,5	8,7
0,510	22,9	10,3	12,6	21,3	7,6	13,7	10,0
0,578	25,8	11,0	14,8	22,4	8,4	14,2	10,4
0,727	28,2	12,0	16,2	26,0	9,5	16,5	10,9

» Quant à l'aimantation totale z', elle est encore représentée par l'aimantation permanente $A - 2x$, diminuée de y, c'est-à-dire de ce que le courant ajoute à l'état primitif de la barre. La différence $z - z'$ des ordonnées des deux courbes est donc encore égale à y, comme le montre le tableau.

» Si l'aimantation primitive ou directe avait été seulement égale à OC ou à a, les deux courbes seraient encore $a - 2x$, et $a - 2x - y$ ou CG et CH, après quoi elles se continueraient par les lignes Ga', Hb', que les mêmes courants produiraient sur la barre vierge.

» IV. Avant d'aller plus loin, je chercherai à expliquer ces diverses lois par une hypothèse que j'ai déjà produite et que je vais développer.

» J'admets que le magnétisme n'est pas seulement répandu à la surface extérieure du barreau, mais que chaque point intérieur, jusqu'à une profondeur limite, est un pôle. Ainsi, sur la normale AB à la surface extérieure MN (*fig.* 2), tous les points ont une quantité de magnétisme libre proportionnelle aux ordonnées de la courbe DBEF, de façon que la force d'arrachement en A est proportionnelle à l'aire de cette courbe BEF.

» On ne peut, *a priori*, savoir comment varient les ordonnées de cette courbe. Nous supposerons qu'elles sont sensiblement égales en chaque point et décroissent brusquement en B, hypothèse dont les conséquences seront vérifiées par l'expérience.

» Pour une intensité i, l'aimantation pénétrera jusqu'à une profondeur $e = AC$, et la courbe CEF représentera la quantité totale de magnétisme, ou $x + y$; la couche e sera sursaturée pendant l'action de ce courant. Aussitôt qu'il cessera, la couche arrivera à la saturation permanente et se réduira à CHK, dont l'aire est x.

» Pour un courant i' plus puissant, l'aimantation atteindra l'épaisseur $e' = BA$, l'aimantation totale sera représentée par l'aire BDEF, qui se réduira par la rupture du circuit à BGHK.

» 1° Cette hypothèse explique d'abord la différence trop peu remarquée et absolument incomprise qui existe entre une aimantation totale, qui n'est maintenue que par le courant, et une aimantation permanente égale à la première, mais qui est stable. Il peut se faire, en effet, que l'aimantation totale CEF, produite par un courant faible, pénétrant à une profondeur e et dont les ordonnées sont grandes, soit égale en valeur absolue à l'aimantation permanente BCHK, restant après l'action d'un courant plus puissant, pénétrant à une grande profondeur e', mais ayant en chaque point une intensité moindre.

» 2° L'aimantation permanente après un courant i étant BCHK, l'action ultérieure d'un courant de même sens moindre que i, ou au plus égale à i, fera naître l'aimantation totale CEF; elle augmentera l'effet de l'aire HEFK, et c'est précisément l'aimantation transitoire y due à ce courant; cela aura lieu, quelle que soit la profondeur $e' =$ BCA à laquelle a pénétré l'aimantation première, c'est-à-dire quel que soit l'état primitif de la lame, pourvu que e' soit plus grande que e. L'action d'un courant i est donc indépendante de l'aimantation antérieure, comme nous l'avons expérimentalement montré.

» 3° Mais quand le courant i cessera de circuler, la couche d'épaisseur e cessera d'être sursaturée; on retrouvera la courbe BCHK, qui est l'aimantation permanente primitive.

» 4° Un courant direct i ayant développé l'aimantation permanente A = BCHK, on fait passer un autre courant inverse d'intensité moindre, ou i, qui agit à une profondeur moindre $e =$ AC. Il détruit d'abord tout le magnétisme qui existait dans cette couche, ou x; il le remplace par une couche égale et contraire CK (*fig.* 3), égale aussi à x; et enfin il y ajoute, pendant son action, l'aire CKLH ou y. De cette façon, le magnétisme total est devenu $A - 2x - y$, comme l'expérience l'a démontré.

» 5° Puis, si le courant cesse d'agir, l'aire GKLH disparaît, et il reste $A - 2x$, ce qui est encore conforme à l'expérience.

» 6° On voit avec quelle fidélité notre hypothèse représente les lois expérimentales de l'aimantation et qu'elle pouvait conduire à les découvrir.

» Voici maintenant d'autres conséquences de cette hypothèse. Il peut se faire que les deux courbes directe BC et inverse CK, qui sont superposées, aient une action égale; la lame sera neutre sous la double action de deux magnétismes contraires et égaux. Cela arrivait dans mes appareils, quand, après avoir aimanté les barreaux à saturation dans le sens direct, on faisait ensuite agir un courant inverse de 6 éléments. Si, dans cet état d'apparente neutralité, la lame est de nouveau soumise à un courant inverse moindre que i, elle prend un magnétisme temporaire GKLH et paraît négative, mais se retrouve à son état de neutralité première après le courant. Elle ne peut donc plus être aimantée inversement par un courant de 1 à 6 éléments, tandis que tout courant direct détruira une portion du magnétisme inverse et le remplacera par une aimantation directe. Il y aura trois couches superposées et une réaction dans le sens, positif ou direct.

» Je ne présente cependant ces hypothèses et ces lois expérimentales que comme un premier degré d'approximation. Il est aisé de voir, en effet,

que les valeurs de x et de y, déduites des expériences, ne sont pas rigoureusement égales entre elles; d'autre part, notre hypothèse admet que la couche magnétique a, dans toute sa profondeur, la même intensité en chaque point, ce qui est tout à fait invraisemblable. On n'a donc ici que des résultats moyens suffisants comme exactitude dans les cas que j'ai étudiés; mais il ne faudrait pas en pousser les conséquences jusqu'à 3 ou 4 couches magnétiques inverses superposées : on rencontrerait alors des perturbations sensibles, qu'une théorie mathématique seule peut expliquer. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Réponse à la Note lue par M.* Trécul, *dans la séance du* 8 *novembre;* par M. **Pasteur.**

« Ce n'est pas une Communication académique que M. Trécul a faite lundi dernier, c'est une sorte de réquisitoire dans lequel, sans apporter une seule observation originale, notre confrère se livre à une discussion de textes et épilogue sur des citations qu'il paraît ne pas comprendre ou qu'il ne comprend pas réellement. La clarté que je m'efforce d'apporter dans mes recherches et dans leur exposition se transforme, sous sa plume, en assertions « équivoques » et « ambiguës. » Il s'interroge sur ce que j'ai dit, sur ce que j'ai fait, sur ce que je ferai; il répond à ses doutes par des dissertations soupçonneuses ou des interprétations gratuites, et conclut que cette discussion fatigue tout le monde, comme si j'étais l'auteur de la reprise de cette discussion, parce que je suis venu lire à l'Académie, le mois dernier, le résumé de trois années de recherches assidues sur un des problèmes les plus difficiles et qui, depuis plusieurs siècles, défie les efforts de toutes les personnes qui se sont occupées de l'industrie de la bière.

» La faiblesse des arguments invoqués par M. Trécul est si grande que je ne prendrais pas la peine d'y répondre s'il ne s'agissait de deux des sujets les plus élevés de la philosophie naturelle, la question des générations dites *spontanées* et celle de la transformation des espèces. Si l'on n'y prend garde, cette hypothèse du transformisme introduira dans la science une foule d'erreurs, parce qu'elle dispense beaucoup de personnes d'observations approfondies.

» L'Académie sait ce que veulent MM. Fremy et Trécul : tous deux soutiennent l'une des formes de la génération spontanée; ils prétendent que les matières albuminoïdes peuvent s'organiser d'elles-mêmes en des

êtres nouveaux; mais ils n'ont produit jusqu'à ce jour, à l'appui de cette assertion, aucune expérience rigoureuse, tandis que j'ai démontré l'erreur de leur hypothèse par de nombreuses expériences, faites sur les liquides les plus altérables de l'économie, notamment avec le sang et l'urine pris à l'état naturel.

» On n'a pas oublié que, au cours de la discussion de 1872, comme M. Fremy parlait sans cesse de la fermentation du jus de raisin, dont les matières albuminoïdes devaient s'organiser suivant lui, au contact de l'air, en cellules de levûre alcoolique par la force vitale de leur hémi-organisation, j'ai posé à notre confrère cette question : « Reconnaîtriez-vous que » vous vous trompez, si je venais vous offrir du moût de raisin naturel, ex- » posé au contact de l'air pur, et vous démontrer qu'il est impropre à entrer » en fermentation alcoolique et à donner naissance à des cellules de levûre? » Quand je tenais publiquement ce langage à M. Fremy, je n'avais pas encore fait l'expérience dont je parle; mais c'est le propre des théories vraies de conduire logiquement à des déductions que l'expérience n'a plus qu'à contrôler. Depuis, j'ai fait cette expérience, et j'ai prouvé que le jus du raisin ne peut produire des cellules de levûre que par l'apport de poussières extérieures, naturellement existantes à la surface des grains et de la grappe. Mais j'ai tort de rappeler le nom de M. Fremy, puisque notre confrère garde le silence depuis l'année dernière. Néanmoins, il avait promis solennellement à l'Académie la lecture d'un grand Mémoire sur la fermentation, et les derniers mots qu'il ait publiés dans les *Comptes rendus* sont les suivants :

« Je prends l'engagement de démontrer avant peu, à tous les partisans de M. Pasteur, qu'il n'existe pas de cellules de ferment alcoolique dans des milieux gazeux où la fermentation alcoolique se produit facilement, et que, par conséquent, les ferments sont engendrés par l'organisme (séance du 11 novembre 1872, t. LXXV, p. 1172) ».

» Les ferments sont engendrés par l'organisme! Voilà la dernière assertion que M. Fremy a pris l'engagement de démontrer à tous les partisans de M. Pasteur, et ceux-ci attendent toujours.

» M. Trécul va plus loin encore que M. Fremy. Pour lui, les matières albuminoïdes donnent, par génération spontanée, des bactéries; celles-ci, des cellules de levûre lactique; celles-ci, des cellules de levûre de bière; ces dernières, à leur tour, du *Mycoderma vini* et du *Penicillium glaucum*, et probablement beaucoup d'autres espèces. Je soutiens, au contraire, que tous ces faits sont erronés, que ces transformations ne sont qu'hypothèses à

l'appui desquelles on ne peut citer que des faits confus, mal observés, entachés de causes d'erreurs qu'on n'a pas su dégager au milieu des difficultés inhérentes aux expériences.

» Voici comment M. Trécul croit établir que le *Penicillium glaucum* se transforme en cellules de levûre alcoolique. »

M. Pasteur expose de vive voix le dernier alinéa de la page 1169 du tome LXXV des *Comptes rendus* emprunté à une Note de M. Trécul; il complète le détail de la manipulation par des renseignements que M. Trécul a bien voulu lui fournir de vive voix; ensuite, il fait ressortir les nombreuses causes d'erreur de ces observations. Toute la manipulation est faite au contact de l'air, et les spores du *Penicillium* sont prises sur des citrons moisis. Or il suffit d'observer au microscope les poussières de la surface d'un citron pour y reconnaître une multitude de spores et de cellules organisées, très-différentes souvent des spores de *Penicillium*. M. Pasteur décrit ensuite la méthode qu'il emploie pour démontrer le contraire de l'assertion de M. Trécul; toute la manipulation est faite à l'abri des poussières atmosphériques avec des spores de *Penicillium* qui a poussé dans l'air *pur;* enfin M. Pasteur décrit le moyen de répéter les observations de M. Trécul dans les mêmes conditions que ce dernier, c'est-à-dire en déposant des spores de *Penicillium* dans de petits flacons de moût de bière, mais avec la précaution d'opérer sur des spores parfaitement pures. Dans ce cas, on n'obtient jamais la transformation dont parle M. Trécul. Afin de mieux convaincre ce dernier, M. Pasteur a apporté à la séance de petits flacons semblables à ceux dont se sert M. Trécul, ensemencés avec des spores pures de *Penicillium* depuis mardi dernier; il prie M. Trécul de vouloir bien les accepter, de les observer à loisir, et il annonce que M. Trécul sera dans l'impossibilité d'y trouver la trace d'une transformation quelconque des spores semées en cellules de levûre. M. Pasteur offre en outre à M. Trécul un de ses ballons, où se trouve du *Penicillium* à l'état de pureté, et de petits flacons de moût non encore ensemencés, et il prie M. Trécul de vouloir bien répéter chez lui ses anciennes observations, avec ces éléments de travail; il l'assure que, cette fois, il reconnaîtra encore que la transformation des spores de *Penicillium* en levûre n'existe jamais dans les conditions où M. Trécul dit l'avoir observée.

M. Trécul, dit M. Pasteur, pourra s'assurer cependant qu'en déposant dans les flacons une quantité imperceptible de levûre de bière, la fermentation s'y établira promptement, avec développement des cellules de levûre; enfin M. Trécul pourra s'assurer également que les spores de *Penicillium* y germent très-bien.

« Lorsque M. Trécul, continue M. Pasteur, aura achevé le petit travail que je sollicite de son dévouement à la connaissance de la vérité, je remettrai à M. Trécul, dans une de nos séances, les éléments d'un travail tout semblable sur le *Mycoderma vini*. En d'autres termes, j'apporterai à M. Trécul du *Mycoderma vini* parfaitement pur, avec lequel il pourra reproduire ses anciennes observations et reconnaître l'exactitude des faits que j'ai annoncés en dernier lieu. »

M. Pasteur termine ainsi : « Que l'Académie me permette une dernière réflexion. Il faut avouer que mes contradicteurs ont été vraiment bien malencontreux, de prendre occasion de ma lecture sur les maladies de la bière pour renouveler cette discussion. Comment n'ont-ils pas compris que mon procédé de fabrication de la bière inaltérable ne pourrait exister si le moût de bière pouvait donner au contact de l'air toutes les transformations qu'ils annoncent? Et puis, ce travail sur la bière, fondé tout entier sur la découverte et la connaissance des propriétés de quelques êtres microscopiques, est-ce qu'il n'est pas venu à la suite de mes études sur le vinaigre, sur les propriétés du *Mycoderma aceti*, sur le procédé nouveau d'acétification que j'ai fait connaître? Ce dernier travail n'a-t-il pas eu pour suite mes études sur les causes des maladies des vins et des moyens de les prévenir, toujours fondées sur la découverte et la connaissance d'êtres microscopiques non spontanés? Ces dernières recherches n'ont-elles pas été suivies de la découverte d'un moyen préventif de la maladie des vers à soie, déduit également de l'étude d'organismes microscopiques non spontanés?

» Est-ce que toutes les recherches auxquelles je me suis livré depuis dix-sept ans ne sont pas, malgré les efforts qu'elles m'ont coûtés, le produit des mêmes idées, des mêmes principes, poussés, par un travail incessant, dans des conséquences toujours nouvelles? La meilleure preuve qu'un observateur est dans la vérité, c'est la fécondité non interrompue de ses travaux. »

CHIMIE. — *Nouvelles remarques sur la nature des éléments chimiques* (1); par M. **Berthelot**.

« Je n'ai pas besoin de rappeler à l'Académie toute l'importance de la question agitée dans la dernière séance. Entre notre illustre maître, M. Du-

(1) Les exigences de la séance n'ont pas permis la lecture de ces Remarques. (*Note du Secrétaire perpétuel.*)

mas, et l'auteur de ces lignes, il ne saurait y avoir de dissentiment, ni sur les principes d'une science qu'il nous a enseignée, ni sur l'originalité de ses vues relatives aux éléments chimiques et aux rapports de ces éléments, soit entre eux, soit avec les radicaux organiques.

» C'est donc plutôt pour échapper au reproche d'une connaissance insuffisante de l'histoire de la Science que pour insister davantage que je lui demande la permission de reproduire ici la page 280 de ses *Leçons de Philosophie chimique*, passage qu'il a rapproché de mes propres remarques.

« Avant de bâtir avec quelque confiance un système sur ce terrain, dit M. Dumas, il faut qu'un grand nombre d'expériences précises soient venues l'éclairer. C'est ainsi qu'il serait de la plus haute importance d'étudier les corps composés sous le rapport de leurs capacités pour la chaleur; car il ne faut pas s'imaginer que la relation des chaleurs spécifiques aux poids d'atomes n'existe que pour les corps simples : elle se retrouve aussi dans les composés du même ordre. On aurait donc tort d'y chercher une preuve de la justesse de l'idée que nous nous faisons des corps qui nous paraissent élémentaires, et l'on peut dire que la capacité de leurs atomes chimiques tend vers l'égalité, parce que ce sont des corps du même ordre, et sans que la simplicité de leur composition en découle nécessairement. »

» M. Dumas cite à l'appui de ces opinions les expériences, récentes alors, de Naumann, sur les chaleurs spécifiques des carbonates de baryte, de strontiane, de chaux, de fer, de zinc et de magnésie, lesquelles, multipliées par les poids atomiques correspondants, donnent un produit constant, 131. De même les sulfates de baryte, de strontiane, de chaux, de plomb, fournissent le produit 155. « Pour les autres corps composés, » ajoute avec raison M. Dumas, nous manquons de données assez précises » pour nous permettre de faire de semblables comparaisons. »

» On voit qu'il ne s'agissait point encore, en 1836, d'une relation entre la chaleur spécifique des corps composés et celle de leurs éléments, mais uniquement entre les composés du même ordre; *a fortiori* la possibilité de distinguer un élément d'un corps composé en général par les chaleurs spécifiques était-elle expressément écartée.

» Les chaleurs spécifiques des corps composés étaient d'ailleurs peu connues. Cette lacune ne tarda pas à être comblée, pour de nombreuses séries, par les travaux de M. Regnault; mais M. Regnault, comme Naumann, se borna à rapprocher les chaleurs spécifiques des corps composés dont la constitution est semblable, sans chercher davantage à établir quelque rapprochement plus étendu. C'est M. Wœstyn, en 1848, qui signala le premier, je crois, la relation approximative entre la chaleur spéci-

fique atomique d'un corps composé et celle de ses composants : les relations partielles, découvertes par MM. Naumann et Regnault, deviennent une conséquence de cette loi plus générale.

» En l'appliquant à mon tour aux radicaux organiques, et spécialement aux carbures d'hydrogène, j'ai été conduit à mettre en évidence la différence qui distingue leurs chaleurs spécifiques de celles des éléments, soit pris individuellement, soit envisagés comme constituant un groupe de corps du même ordre. Les carbures de la série de l'éthylène, par exemple, sont des corps du même ordre, aussi analogues entre eux que les radicaux simples : calcium, baryum, strontium, fer, zinc, magnésium ; et il en est de même des combinaisons correspondantes formées par ces radicaux. Or, je le répète, les chaleurs spécifiques atomiques des radicaux simples ont la même valeur, et, cette valeur étant connue et mise en regard de leur poids atomique, la simplicité de leur composition en découle presque toujours nécessairement, comme je l'ai établi dans ma Note précédente; tandis que les chaleurs spécifiques atomiques des radicaux composés sont à peu près multiples les unes des autres, et leur grandeur suffit pour établir la complexité des radicaux eux-mêmes.

» Les combinaisons du même ordre, formées par les radicaux simples, ont aussi toutes à peu près la même chaleur spécifique atomique, conformément aux observations de MM. Naumann et Regnault. Au contraire, les combinaisons du même ordre, formées par une série de radicaux composés analogues, offrent des chaleurs spécifiques qui tendent à s'accroître proportionnellement avec la variation même des poids atomiques : ce qui établit encore la complexité de ces radicaux, et ce qui est précisément le contraire des relations que l'on aurait pu concevoir entre les composés du même ordre, à l'époque des travaux de Naumann, sur l'identité des chaleurs spécifiques atomiques des carbonates et des sulfates.

» En résumé, l'étude des chaleurs spécifiques, telle que les travaux les plus récents l'ont mise en lumière, conduit à établir un caractère positif qui distingue, ce me semble, les corps simples de la Chimie présente de ses corps composés; elle montre qu'aucun corps composé connu ne doit être réputé du même ordre qu'un corps simple actuel. L'importance d'un semblable caractère ne peut être révoquée en doute; elle s'accroît en raison de la signification mécanique que les théories d'aujourd'hui attribuent à la notion des chaleurs spécifiques : c'est là ce que je me suis efforcé de mettre en évidence.

» Cependant, et je demande la permission d'y revenir encore, il ne faut

pas tirer d'une telle opposition entre les caractères physiques et mécaniques de nos corps simples et ceux de nos corps composés une conclusion exagérée. Si nos corps simples n'ont pas été décomposés jusqu'ici et ne paraissent pas devoir l'être par les forces qui sont aujourd'hui à la disposition des chimistes et dont ils ont tant de fois épuisé l'action sur leurs éléments, comme M. Dumas en a fait justement la remarque lors de sa discussion avec Despretz, pourtant rien n'oblige à affirmer qu'ils soient indécomposables, selon une autre manière que nos corps composés; par exemple, par les forces agissant dans les espaces célestes, comme le veut M. Lockyer; rien n'empêche non plus de supposer qu'une découverte, semblable à celle du courant voltaïque, permette aux chimistes de l'avenir de franchir les barrières qui nous sont imposées.

» L'identité fondamentale de la matière constitutive de nos éléments actuels et la possibilité de transmuter les uns dans les autres les corps réputés simples peuvent d'ailleurs être admises à titre d'hypothèses plus ou moins vraisemblables, sans qu'il en résulte la nécessité d'une matière unique, réellement existante, et telle que nos corps simples actuels en représentent les états inégaux de condensation. En effet, rien ne force à concevoir une décomposition finale qui tende nécessairement à ramener nos éléments actuels, soit à des éléments plus simples, ajoutés les uns aux autres pour former nos éléments actuels, soit aux multiples d'une même unité pondérale élémentaire. Les divers états d'équilibre, sous lesquels se manifeste la matière fondamentale pourraient offrir entre eux certaines relations générales, analogues à celles qui existent entre les valeurs multiples d'une même fonction. Dans cette hypothèse, un corps simple pourrait être détruit, sans être décomposé au sens ordinaire du mot. Au moment de sa destruction, il se transformerait subitement en un ou plusieurs autres corps simples, identiques ou analogues à nos éléments; mais les poids atomiques des nouveaux éléments pourraient n'offrir aucune relation simple avec le poids atomique de l'élément qui les aurait produits par sa métamorphose; le poids absolu demeurerait seul invariable dans la suite des transformations.

» Mais je ne veux pas insister davantage sur cette hypothèse d'une matière identique au fond, quoique multiforme en ses apparences, caractérisée dans chacune d'elles par un mode de mouvement particulier, telle enfin qu'aucune de ses manifestations ne puisse être définie comme le point de départ nécessaire de toutes les autres.

» Aussi bien serons-nous trop heureux si M. Lockyer, guidé par l'analyse spectrale des astres, parvient à jeter sur ces opinions une lumière nou-

velle, et s'il continue à approfondir les questions que M. Dumas agitait, il y a quarante ans, dans un ouvrage qui a tant concouru à notre éducation scientifique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur de nouveaux dérivés du butyle;* par M. A. Cahours.

« Ayant à ma disposition de l'alcool butylique de fermentation, dans un grand état de pureté, je me suis proposé de préparer certains radicaux organométalliques appartenant à cette série, dans le but d'en faire une étude comparative avec celle des composés correspondants des séries inférieures.

» Cette étude offre en outre un certain intérêt en raison des anomalies que présente cet alcool qui, quoique primaire, est bien différent de l'alcool butylique normal, le véritable homologue des alcools méthylique, éthylique et propylique. Ce produit présente, comme on sait, un point d'ébullition, inférieur de quelques degrés à celui que lui assigne la théorie, et ces différences se retrouvent dans les quelques éthers qu'on en a fait dériver.

» Tout récemment, en outre, MM. Is. Pierre et Puchot, dans un travail intéressant, ont démontré que l'acide butyrique, fourni par l'oxydation de cet alcool, bout à la température de 155,5, alors que l'acide butyrique de MM. Pelouze et Gélis, qui prend naissance dans la fermentation du glucose en présence de la caséine altérée, bout à 164, ainsi que l'acide butyrique obtenu par M. Chevreul par la saponification de la butyrine. Il était probable, d'après ces observations, que les dérivés organométalliques se rattachant à la série du butyle, fournis par l'alcool butylique de fermentation, devaient présenter, relativement à leurs points d'ébullition, des différences analogues à celles que nous venons de rappeler : c'est ce que l'expérience a confirmé de la manière la plus complète.

» L'alcool qui a servi à ces recherches bouillait régulièrement depuis la première goutte jusqu'à la dernière, entre 108 et 109 degrés, c'est-à-dire à une température de 5 à 6 degrés, inférieure à celle que présente l'alcool normal. Les dérivés de cet alcool, qui font l'objet de la présente Note, sont le mercure butyle, le zinc butyle, l'aluminium butyle, le stanbutyle ainsi que les éthers oxalo et silicobutyliques.

» *Stanbutyle.* — Lorsqu'on chauffe en vase clos de l'iodure de butyle avec un alliage d'étain et de sodium, à 6 pour 100 de métal alcalin, réduit préalablement en poudre grossière, l'attaque, qui déjà se manifeste à froid,

s'effectue complétement à la température de 100 degrés. Le résidu des tubes, après une digestion d'environ douze heures à cette température, étant repris par l'éther, cède à ce liquide tout l'iodure de tristanbutyle formé. La liqueur éthérée, filtrée, puis soumise à la distillation au bain-marie, laisse pour résidu une huile pesante, de couleur ambrée, mobile et très-limpide.

» Desséché par une exposition prolongée sous une cloche, à côté d'un vase renfermant de l'acide sulfurique au maximum de concentration et soumis à la rectification, ce produit passe en entier à la distillation, entre 292 et 296, et se condense dans le récipient en une huile limpide de couleur jaune clair. Sa densité est de 1,540 à 15 degrés.

» Son odeur, faiblement aromatique, rappelle, lorsqu'on le respire un peu fortement, mais à un bien moindre degré, celle de l'iodure de tristanpropyle.

» L'analyse de ce produit conduit à la formule

$$Sn(C^8H^9)^3I.$$

» Distillé sur des fragments de potasse humectés d'eau, l'iodure de tristanbutyle donne naissance à de l'iodure de potassium qui reste dans la cornue, tandis qu'il passe à la distillation une huile incolore, pesante, visqueuse, se concrétant très-lentement par le froid, sans présenter la structure cristalline si nette des hydrates, des oxydes de tristanméthyle et de tristanpropyle.

» Cet oxyde, qui bleuit fortement le papier de tournesol rougi, se combine avec les divers acides organiques et minéraux et donne naissance à des sels qui cristallisent en général très-nettement. L'acétate se sépare par un refroidissement lent d'une dissolution saturée à l'ébullition sous la forme de prismes minces qui possèdent un grand éclat.

» Le sulfate, qui demeure quelquefois assez longtemps à l'état huileux lorsqu'on abandonne à l'évaporation spontanée sa dissolution alcoolique, finit par se concentrer en une masse formée de magnifiques prismes entrecroisés.

» Le nitrate reste aussi quelquefois un certain temps à l'état huileux et, comme le produit précédent, donne à la longue des prismes très-nets.

» Dans la réaction de l'iodure de butyle sur l'alliage de sodium, il se forme en outre une très-petite quantité d'un produit cristallisé que je ne me suis procuré qu'en faible proportion et qui pourrait bien être le di-iodure

$$Sn^2(C^8H^9)^2I^2.$$

» Ce dernier, chauffé avec de la potasse, se dédouble à la manière de son homologue éthylé, en laissant dégager une vapeur qui se condense en un liquide huileux, se concrétant très-lentement à la réaction alcaline, qui présente les caractères de l'oxyde de tristanbutyle.

» Cette réaction s'explique facilement au moyen de l'équation

$$3[Sn(C^8H^9)^2O^2] + 2(KHO^2) = SnK^2O^6 + 2[Sn(C^8H^9)^3O, HO].$$

» *Mercure butyle.* — Lorsqu'on fait agir un amalgame à 2 pour 100 de sodium sur de l'iodure de butyle additionné de $\frac{1}{10}$ de son poids environ d'éther acétique, le liquide s'échauffe très-notablement. En empêchant une trop forte élévation de température par des affusions d'eau froide et n'ajoutant l'amalgame à l'iodure que par petites portions à la fois, il arrive un moment où l'on n'observe plus le moindre dégagement de chaleur. On ajoute alors une petite quantité d'amalgame, afin d'être assuré que tout l'iodure est bien attaqué; puis on laisse refroidir. On sépare le mercure au moyen d'un entonnoir à douille effilée, et l'on traite par l'eau la matière pâteuse qui a pris naissance, ce qui détermine la séparation d'un liquide pesant, renfermant le mercure butyle formé, mélangé d'un peu d'iodure de butyle et d'éther acétique. Une rectification au bain-marie déterminant la séparation complète de ce dernier, on distille le produit brut dans une cornue de verre munie d'un thermomètre dont la boule plonge dans le liquide. L'ébullition se manifeste vers 110 à 120 degrés, et la température monte assez rapidement à 200 degrés. On change alors de récipient et l'on recueille un liquide dont les dernières gouttes passent vers 211 à 212 degrés. En soumettant le produit brut à de nouvelles rectifications, on obtient finalement un liquide incolore réfringent, qui distille entre 205 et 207 degrés. Sa densité est de 1,835 à 15 degrés; son odeur, très-faible à froid, devient très-manifeste dès qu'on l'échauffe et rappelle celle de ses homologues inférieurs.

» Très-soluble dans l'eau froide ou chaude, il se dissout très-bien dans l'alcool et l'éther.

» Lorsqu'on ajoute à ce liquide des parcelles d'iode, ce corps simple disparaît en faisant entendre un léger bruissement, en même temps qu'il se sépare des écailles blanches brillantes d'iodure de mercure butyle. Le brome se comporte d'une manière analogue.

» L'iodure de mercure butyle, chauffé avec un mélange d'oxyde d'argent, précipité récemment, et d'eau, se décompose avec formation d'iodure d'argent qui se précipite, tandis que l'eau retient en dissolution une sub-

stance alcaline qui, très-probablement, est l'oxyde de mercurosobutyle

$$Hg(C^8 H^9) O, HO.$$

» Cette dissolution étant abandonnée sous une cloche au-dessus d'un vase renfermant de l'acide sulfurique au maximum de concentration, il s'en sépare de petits cristaux; cette base s'unit à divers acides et forme en général des composés peu solubles.

» *Zinc butyle.* — Ce composé s'obtient par l'action du zinc sur le mercure butyle. On introduit dans des tubes, qu'on scelle ensuite à la lampe, un mélange de mercure butyle et de zinc en feuilles découpées en petites lanières, dont on maintient la température entre 120 et 130 degrés pendant quelques heures. Il faut avoir soin d'employer le zinc en léger excès. Le liquide extrait des tubes est distillé dans un courant d'acide carbonique, puis soumis à une nouvelle rectification.

» Ainsi purifié, le zinc butyle est un liquide incolore répandant à l'air d'épaisses fumées susceptibles de s'y enflammer, pour peu qu'elles soient un peu chaudes. L'eau le décompose avec violence. Il bout entre 185 et 188 degrés.

» Les trichlorures de phosphore et d'arsenic réagissent vivement sur le zinc butyle, alors même que ces produits sont délayés dans l'éther anhydre. Il se forme probablement dans ces circonstances des phosphines et des arsines que je me propose d'examiner ultérieurement.

» L'arsenic en poudre agit sur l'iodure de butyle à la température de 175 à 180 degrés, comme sur ses homologues inférieurs, et donne naissance à des cristaux rougeâtres qui sont une combinaison d'iodure d'arsenic et d'arsine tributylique.

» *Aluminium butyle.* — L'aluminium agit assez rapidement sur le mercure butyle à la température de 120 à 125 degrés; il en élimine graduellement le mercure et s'y substitue. Le produit de cette réaction est un liquide incolore, répandant à l'air des fumées blanches; il brûle avec une flamme éclairante dans laquelle se déposent des flocons d'alumine; l'eau le décompose avec violence en donnant naissance à de l'hydrure de butyle et à de l'alumine gélatineuse.

» La composition de l'aluminium butyle est représentée par la formule

$$Al^2 (C^6 H^7)^3.$$

» *Éther silicobutylique.* — Lorsqu'on fait agir par petites portions, sur 51 grammes de chlorure de silicium $Si Cl^4$, disposés dans une cornue de

verre, 89 grammes d'alcool butylique de fermentation, parfaitement anhydre (ces deux corps étant employés dans les rapports de 1 à 4 en atomes), on observe, après chaque addition d'alcool, un dégagement considérable d'acide chlorhydrique, et l'on peut constater, comme avec les alcools éthylique et propylique, un léger abaissement de température.

» Lorsqu'on a fini d'ajouter tout l'alcool, on soumet le mélange à la distillation, après addition toutefois de 3 à 4 grammes d'alcool butylique. Du gaz chlorhydrique se dégage en abondance, et la température d'ébullition, qui est d'environ 110 degrés au début, s'élève rapidement à 248 et 250, la presque totalité du liquide passant entre cette température et 265 degrés.

» Ce dernier, soumis à de nouvelles rectifications, m'a donné finalement un produit bouillant entre 256 et 260 degrés, qui n'est autre que l'éther silicobutylique normal.

» Ainsi purifié, c'est un liquide incolore très-mobile et très-réfringent, dont l'odeur assez faible rappelle celle de l'alcool butylique. Sa densité est de 0,953 à 15 degrés.

» Il ne se mêle pas à l'eau, qu'il surnage, et ne s'altère que très-lentement à ce contact. On peut même le faire bouillir quelques minutes avec ce liquide sans observer la moindre altération. Une lessive de potasse l'attaque rapidement à chaud; de l'alcool butylique se dégage, et l'on obtient du silicate de potasse.

» Il s'altère avec une lenteur extrême au contact de l'air humide et donne naissance, au bout d'un très-long temps, à de la silice sous forme vitreuse, comme ses homologues inférieurs.

» La composition de l'éther silicobutylique est représentée par la formule

$$C^{32}H^{36}SiO^{8} = \left.\begin{matrix} Si \\ (C^{8}H^{9})^{4} \end{matrix}\right\} O^{8}.$$

» Le chlorure de silicium réagit sur l'éther silicobutylique comme ses homologues inférieurs et donne probablement naissance à des chlorhydrines, que je ferai connaître dans une Note postérieure.

Éther oxalobutylique. — Ce composé s'obtient facilement en distillant un mélange d'acide oxalique, en partie privé de son eau de cristallisation et d'alcool butylique anhydre. On chauffe doucement ce mélange, qui doit renfermer un excès d'alcool butylique, et l'on distille presque jusqu'à siccité. Le produit condensé, débarrassé de l'eau qui l'accompagne, étant soumis à la rectification, commence à bouillir vers 105 à 110 degrés; puis

la température s'élève progressivement pour atteindre 220 degrés. On change alors de récipient, et ce qui reste dans la cornue distille intégralement entre 220 et 230 degrés.

» Cette dernière partie, soumise à une nouvelle rectification, m'a donné plus des $\frac{9}{10}$ d'un produit bouillant entre 224 et 226 degrés. En employant 100 grammes d'acide oxalique débarrassé d'une partie notable de son eau de cristallisation et 115 grammes d'alcool butylique, j'ai obtenu 62 grammes d'*éther oxalobutylique* pur.

» C'est un liquide incolore et très-limpide, dont l'odeur est forte et aromatique.

» Insoluble dans l'eau pure, il se dissout en toutes proportions dans l'alcool et dans l'éther. Sa densité est de 1,002 à la température de 14 degrés.

» L'eau froide le décompose très-lentement. Une solution de potasse bouillante le décompose rapidement en acide oxalique et alcool butylique. Traité par une solution alcoolique de potasse capable de déplacer seulement un des 2 équivalents de butyle qu'il renferme, il fournit un sel cristallisé en paillettes nacrées, qui est de l'*oxalobutylate de potasse.*

» L'ammoniaque aqueuse le décompose à la manière de l'éther oxalique, en donnant naissance à de l'oxamide. Une solution alcoolique d'ammoniaque, ajoutée par petites portions, le transforme en éther *oxamobutylique* (oxaméthane butylique), qui se sépare de sa dissolution alcoolique par évaporation spontanée sous la forme de très-beaux prismes.

» La composition de l'éther oxalobutylique est représentée par la formule

$$C^{20}H^{18}O^{8} = \left.\begin{matrix} C^4O^4. \\ (C^8H^9)^2. \end{matrix}\right\} O^4. \text{ »}$$

VITICULTURE. — *De la propagation du Phylloxera ;* Note de M. **H. Marès.**

« Les travaux dont l'étude du Phylloxera a été l'objet, depuis plus de cinq ans, démontrent que cet insecte est nuisible à la vigne et qu'il est un de ses parasites les plus dangereux. Il fait pourrir les racines des ceps sur lesquels il se développe et, sous cette influence, au bout d'un temps variable, tantôt court, tantôt long, la plante, à l'état de culture, s'étiole et finit même par mourir.

» Mais ces faits, s'ils prouvent que le Phylloxera peut être regardé comme la cause animée et visible de la maladie particulière qui sévit ac-

tuellement sur les vignes, n'empêchent pas de considérer sa grande multiplication et, par suite, sa diffusion, sans lesquelles il serait peu redoutable, comme le résultat de causes diverses, telles que les intempéries (sécheresses prolongées, grandes humidités, gelées tardives et froids excessifs, etc.), les sols pauvres ou de mauvaise nature, les cultures vicieuses qui nuisent à la végétation de la vigne et abrégent la durée de sa vie.

» En remontant même à la période initiale de la maladie, ne faut-il pas concevoir le Phylloxera comme vivant sur la vigne, dont il se nourrit mais sans la faire périr, et ne devenant destructeur pour elle que sous l'influence de causes qui lui permettent de se multiplier à l'excès?

» Le Phylloxera est donc une cause directe de destruction pour la vigne; mais, d'autre part, sa grande multiplication est l'effet de causes générales, qui, depuis quelques années, l'ont fait reconnaître simultanément sur divers points des vignobles de l'Europe.

» Si l'on considère le plus important de ces points, celui du vignoble de Roquemaure (plateau de Pujaut), dans le bas Rhône, d'où sa diffusion a été la plus grande, on voit le Phylloxera se propager à la fois à de grandes distances, par bonds de 20, 30, 40 kilomètres et même plus (1), et de proche en proche, par contact d'un cep à l'autre. Entre ces extrêmes, il lance des colonies plus ou moins rapprochées et dans toutes les directions; mais, quelle que soit la manière dont il se répand, on lui voit suivre des règles constantes dans ses allures.

» Ainsi, quand le Phylloxera fait son apparition dans un canton viticole, il ne s'établit d'abord que sur certains points isolés, se bornant à un petit nombre de ceps. Or ces points isolés sont toujours placés sur quelque partie faible de la vigne attaquée et particulièrement sur ceux qui subissent avec le plus d'intensité les effets de l'extrême sécheresse et de l'extrême humidité (2).

---

(1) Exemples : le point d'attaque de Saulce, entre Montélimar et Valence, à 17 kilomètres au nord de Montélimar, reconnu en 1868, au sommet d'un plateau aride; celui de Redesson, dans le Gard, entre Nîmes et Beaucaire, reconnu en 1869; celui de Coulondres, dans l'Hérault, reconnu en 1869; etc., etc.

(2) Exemples : les plateaux de Pujaut, en cailloux roulés, très-arides, sur une couche d'argile; les terrains de la Crau, qui sont dans le même cas; plus près de Montpellier, le point d'attaque de Redesson, petite dépression circulaire sur un poudingue argileux, imperméable; le point d'attaque de Coulondres, à Saint-Gély-du-Fesq, dans un terrain infiltré par des eaux de source; le point de Sorieck, sur la route de Pérols, dans le fond d'un petit étang desséché, où séjournent des eaux stagnantes dans les hivers pluvieux; le

» Au début, le Phylloxera n'attaque pas les surfaces; ce n'est que plus tard, lorsque, à la suite de circonstances favorables, il s'est multiplié sur les points de son apparition et qu'il les a agrandis, qu'il s'étend à d'autres points caractérisés comme les premiers, mais d'une manière moins tranchée, et ensuite aux surfaces. Sa multiplication, à ce moment, est telle qu'il finit par envahir toutes les vignes à proximité.

» Selon l'année et l'état de la température, les progrès de l'invasion sont plus ou moins grands : lents quand la vigne végète bien, comme en 1870 et 1872; rapides quand elle végète mal, comme en 1868 et 1873, sous l'influence de nombreuses intempéries et de grandes sécheresses.

» Les vignes des terrains les plus exposés à l'action des intempéries et particulièrement à celle des sécheresses, des humidités prolongées et des gelées de printemps, sont les plus ravagées par le Phylloxera, et généralement attaquées les premières.

» L'influence des terrains et de la culture paraît même décisive sur la durée des vignes attaquées. Si elles meurent assez vite dans les sols très-secs et presque stériles, compactes ou imperméables, on les voit résister dans ceux qui, par leur nature, se ressuient vite et qui, facilement pénétrés par l'air et l'eau, ne sont pas sujets aux sécheresses. Il y a même des sols où la durée des vignes malades se prolonge, puisqu'il en existe encore des surfaces en culture, d'une certaine importance (20 hectares), chez M. Pieyre, près de Tarascon, quoiqu'elles soient attaquées du Phylloxera depuis l'année 1868.

» La culture, avec sa taille annuelle et les mutilations répétées auxquelles on soumet la vigne pour la forcer à donner des fruits volumineux, savoureux et sucrés, exerce sur elle une action directe, favorable à la multiplication du Phylloxera. Ainsi, comme je l'ai constaté dès l'année 1868-1869, les vignes sauvages et celles qui croissent spontanément dans les terrains incultes, ou n'ont pas le Phylloxera, ou ne paraissent pas en souffrir, quoiqu'elles soient à proximité de vignes cultivées détruites par cet insecte, en totalité ou en partie, par exemple dans la Crau.

» Les treilles moins ravalées par la taille que la vigne en souche, et plantées dans les cours des habitations en sol toujours ferme, où leurs racines s'étendent librement, souffrent peu ou point du Phylloxera.

---

point d'attaque du domaine de las Sorrès, au point bas du sol infiltré par les eaux d'un ruisseau, après les pluies d'hiver; le point de Saint-Martin, à Fabrègues, dans un sol marsileux, infiltré par les eaux d'un plateau supérieur; etc., etc.

» En résumé, toutes les circonstances qui influent défavorablement sur la végétation de la vigne, et qui affaiblissent ce végétal, augmentent l'intensité des invasions du Phylloxera et en aggravent les effets, de même que celles qui tendent à débiliter la vigne, sans engendrer toutefois un état maladif déterminé, la prédisposent à être attaquée de préférence.

» J'ai déjà signalé à l'Académie, au mois de janvier dernier, des vignes dont le développement s'est affaibli en 1872, sans autre cause apparente que leur proximité de points malades, et sur lesquelles on ne pouvait découvrir de Phylloxera. En 1873, elles ont toutes été attaquées par cet insecte, mais d'une manière très-inégale. S'il y a eu dans ce fait une phase initiale de la maladie, elle n'est pas cependant suffisamment caractérisée, et me paraît rentrer dans la généralité des cas où une diminution de vigueur de la vigne la prédispose aux invasions des insectes. Il convient alors d'agir préventivement, comme je l'ai d'ailleurs conseillé depuis longtemps, afin de lutter contre la maladie, par tous les moyens susceptibles de rendre à la vigne sa vigueur primitive.

» Au point de vue pratique, les faits qui viennent d'être exposés permettent d'exercer sur l'invasion du Phylloxera une surveillance plus efficace, en faisant connaître d'avance les points faibles des vignobles, par lesquels elle débute ordinairement, et ils conduisent à poursuivre en même temps la restauration de la vigne et la destruction de l'insecte, quand cette dernière est possible. Préalablement la vigne peut être renforcée, avant d'être attaquée, par les moyens les plus énergiques et les plus durables, afin de la mettre en état de résister et de réagir contre le Phylloxera, ou de vivre et de fructifier plus tard, malgré ses attaques. En second lieu, on peut chercher à détruire ce parasite directement, sans nuire à la vigne elle-même. Enfin on peut traiter les vignes préventivement et curativement tout à la fois, par la combinaison des moyens les plus propres à défendre le système de leurs racines et à faire périr les insectes, moyens dans lesquels l'application des engrais et des substances propres à être absorbées par les ceps jouent le rôle principal.

» Je reviendrai prochainement sur ce dernier sujet. »

M. **P. Gervais** fait hommage à l'Académie d'un Mémoire consacré à des Mammifères d'espèces éteintes, propres à l'Amérique méridionale.

« Je donne, dit M. Gervais, dans ce Mémoire qui vient de paraître parmi ceux de la Société géologique, la description détaillée de quatre

espèces propres à la faune sud-américaine, remarquables par la singularité de leurs caractères. Ces espèces sont : le *Macrauchenia patachonica*, Owen, le grand Ours de la région de la Plata, que j'ai nommé *Ursus bonariensis*, ainsi que deux Édentés de genres précédemment inconnus, le *Lestodon armatus* et l'*Eutatus Seguini*.

» Les matériaux de ce Mémoire m'ont été fournis par la collection recueillie de 1861 à 1867 dans la Confédération Argentine, par M. F. Seguin, collection acquise en 1871 par le Muséum, et dont je continue à m'occuper. »

M. **G.-A. Hirn** fait hommage à l'Académie d'un « Mémoire sur les propriétés optiques de la flamme des corps en combustion et sur la température du Soleil (Extrait des *Annales de Chimie et de Physique*) ».

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de proposer une question pour le grand prix des Sciences physiques à décerner en 1875.

MM. Milne Edwards, Brongniart, de Quatrefages, Cl. Bernard, Dumas réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix, sont MM. Élie de Beaumont, Pasteur, Decaisne.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de proposer une question pour le prix Bordin à décerner en 1875.

MM. Milne Edwards, Decaisne, Cl. Bernard, Chevreul, Brongniart réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix, sont MM. Élie de Beaumont, de Quatrefages, Pasteur, Dumas.

RAPPORTS.

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Rapport sur un Mémoire de* M. Douglas Galton, *intitulé « On the construction of hospitals. »*

(Commissaires : MM. Larrey, général Morin rapporteur.)

« L'auteur du Mémoire dont l'Académie nous a chargés de lui rendre compte n'a quitté que depuis peu de temps le service militaire, dans lequel, comme capitaine au corps royal des ingénieurs, il avait été appelé, par les fonctions de son grade, à s'occuper de l'importante question de la salubrité du casernement des troupes et des hôpitaux militaires. Il a fait partie de plusieurs Commissions composées des chefs de l'armée et de sommités médicales, qui ont introduit dans cette branche du service de grandes améliorations, dont nous ferons connaître plus loin les heureux résultats.

» On lui doit déjà, en particulier, l'introduction, dans les casernes et dans les hôpitaux militaires d'Angleterre, d'un système de cheminée qui réunit à l'action salutaire autant qu'agréable d'un chauffage à feu apparent, celui d'assurer un renouvellement abondant de l'air, en en évitant les rentrées par les portes et par les fenêtres, en même temps qu'il procure un accroissement considérable du rendement calorifique de ces appareils. L'idée fondamentale de ce genre de cheminée avait, il est vrai, été émise il y a déjà de longues années, par M. Delmas, officier du Génie militaire français, dans un Mémoire inséré au *Mémorial de l'Officier du Génie*, mais elle n'avait pas reçu d'applications, et d'ailleurs la disposition adoptée par M. D. Galton en a fait un appareil simple et réellement nouveau, d'un usage très-satisfaisant.

» Dans le Mémoire dont il a chargé l'un de nous de présenter un exemplaire à l'Académie, M. Douglas Galton ne s'est pas proposé de faire une étude générale du service hospitalier, et son but principal a été d'établir et de propager parmi les architectes de son pays les principes généraux qui doivent servir de règle pour la construction des hôpitaux et pour en assurer la salubrité, ainsi que pour en rendre le service facile. Il examine successivement les questions qui concernent le site, la surface de terrain à allouer par lit, la forme et la distribution des diverses parties, les dimensions des salles, le maintien de la pureté de l'air, la superficie et l'espace cubique

par lit dans chaque salle, les matériaux à employer pour les parois, les dépendances des services, etc. Il passe ensuite aux dispositions d'ensemble et applique les principes qu'il a énoncés à plusieurs grands hôpitaux d'Angleterre ou de France, en faisant ressortir les inconvénients et les avantages que présentent celles qui ont été adoptées.

» Nous ne pensons pas qu'il soit utile d'indiquer les principales conclusions auxquelles il arrive, attendu que nous avons pu constater avec satisfaction qu'elles sont, pour ainsi dire, de tous points conformes à celles qui sont formulées dans le Rapport sur les conditions hygiéniques à remplir dans la création des hôpitaux, rédigé avec tant de soins par M. le Dr Devergie, au nom d'une Commission du Comité consultatif d'hygiène et du service médical des hôpitaux, approuvé le 1er juin 1865, et qui fait partie de la collection du *Bulletin officiel* publié par le Ministère de l'Intérieur, adressé à tous les préfets des départements, pour servir de règles dans les questions relatives aux hôpitaux.

» Ce Comité, qui se composait de vingt-neuf membres, contenait dans son sein dix membres de l'Institut, quatorze de nos illustrations médicales et les hommes les plus versés dans les questions qui se rattachent au service et à l'administration des hôpitaux. Il est à regretter que, depuis 1867, on ait cessé de faire appel au dévouement dont ce Comité avait donné des preuves.

» Une telle concordance de vues, pour des recherches semblables, n'a rien qui doive surprendre, quand leurs auteurs prennent uniquement pour point de départ les faits, les lois et les phénomènes de la nature, en même temps qu'ils ne s'inspirent que de l'amour de l'humanité.

» Outre l'intérêt qui s'attache aux questions traitées dans le Mémoire de M. Douglas Galton, la discussion à laquelle sa Communication a donné lieu dans la réunion, à Leeds, de la Sociétété médicale d'Angleterre, a mis en relief des faits et des opinions qu'il nous paraît utile de faire connaître à tous ceux qui s'intéressent à ces questions.

» Le point le plus saillant de cette discussion, et celui sur lequel la plupart des sommités médicales qui y assistaient se sont trouvées d'accord, c'est l'avantage immense que présentent, au point de vue de la salubrité, les petits hôpitaux sur les grands. Cette supériorité a été mise en évidence par M. le Dr sir James Simpson, qui a réuni des résultats statistiques sur plus de six mille cas d'amputations de membres, et qui, en les discutant, a pu former le tableau comparatif suivant de la mortalité due à ces opérations dans un grand nombre d'hôpitaux :

Désignation des hôpitaux.	Nombre de lits.	Mortalité sur 100 amputés.
Grands hôpitaux de Paris	400 à 600	60
» d'Angleterre	300	40
Hôpitaux de province (Angleterre)	moins de 300 à 150	25
» »	150 à 25	20
Petits hôpitaux de campagne (1)	»	18 à 14
Chambres isolées. Praticiens ordinaires	»	11
Chambres isolées. Chirurgiens exercés	»	8

» Les résultats précédents, uniquement relatifs aux hôpitaux civils, sont d'ailleurs complétement d'accord avec l'opinion de nos plus habiles chirurgiens militaires, qui tous se sont prononcés, soit dans cette Académie, soit dans leurs ouvrages, sur les avantages de la séparation des pavillons et de celle des malades et des blessés.

» Mais on ne doit pas perdre de vue que, dans les petits hôpitaux comme dans les grands, la capacité des salles, pour chaque lit, ne doit pas descendre au-dessous d'une certaine limite qu'en France on a fixée à 50 ou 55 mètres cubes par lit pour les hôpitaux ordinaires, à 100 mètres cubes pour les blessés avec plaies suppurantes et les femmes en couches, et à 150 mètres cubes en temps d'épidémie. Sous ce rapport, les proportions en usage en Angleterre nous paraissent insuffisantes.

» D'une autre part, l'espacement des lits a aussi, pour la diminution des chances d'infection ou de contagion, une importance considérable que l'un de vos Commissaires a eu souvent l'occasion de constater et qu'il a signalée dans cette Académie; de sorte que, étant données la capacité et la surface de la salle par lit, il vaut mieux en limiter la hauteur et la largeur que de restreindre l'écartement des lits au-dessous d'une limite que nous fixerions volontiers à 1 mètre.

» Au sujet de l'importance de l'isolement des différentes salles et des pavillons d'un même hôpital, M. le docteur Rumsey (de Cheltenham) a signalé un exemple frappant des inconvénients que présente la disposition adoptée dans quelques hôpitaux, non ventilés énergiquement, et en particulier dans le bel hôpital Royal Victoria, à Netley, où toutes les salles ont leur entrée dans un corridor commun dont les fenêtres sont fermées. L'un des professeurs de cet établissement a constaté que l'ouverture d'un abcès hépatique, contenant un pus extrêmement fétide, ayant été opérée dans une salle située à l'extrémité du corridor, l'horrible odeur qu'il répandait

(1) Appelés *cottage hospitals*.

fut perçue d'une salle à l'autre, jusqu'à l'extrémité du corridor, à une distance d'environ 533 mètres.

» A l'appui de l'opinion sur les avantages de la séparation des malades, il n'est pas hors de propos de citer les résultats recueillis dans les hôpitaux d'accouchement de Paris, dans lesquels la mortalité est en moyenne de 80 sur 1000 femmes accouchées, et s'élève pour l'un d'eux à 203 sur 1000, tandis que pour les accouchements à domicile elle n'est en moyenne que de 5 sur 1000.

» L'administration de l'Assistance publique de Paris est d'ailleurs tellement convaincue des avantages de la séparation et de l'isolement que, depuis plusieurs années, elle développe autant qu'il dépend d'elle le service des secours à domicile.

» De l'ensemble des opinions émises dans la discussion qui a eu lieu à Leeds entre des médecins éminents, il ne serait pas permis de conclure à la suppression des grands hôpitaux, qui sont d'une nécessité impérieuse pour les cités importantes ; mais il n'en reste pas moins établi que la prudence et l'humanité conseillent de restreindre, autant que possible, le nombre des lits dans chaque salle, de réduire à deux et même à un seul le nombre des étages et de rendre tous les pavillons indépendants les uns des autres.

» Telles sont les conséquences générales sur lesquelles les savants médecins de l'Angleterre sont d'ailleurs d'accord avec ceux de la France.

» La question d'économie, qu'on met trop souvent en avant à ce sujet, nous paraît de peu de poids en pareille matière, et nous avons été surpris de trouver dans le Mémoire de M. Douglas Galton une estimation de la valeur capitalisée des frais de construction et d'entretien d'un lit d'hôpital s'élevant pour des salles de

9 lits à........................	10781fr	par lit.
25 lits à........................	5821	»
32 lits à........................	5544	»

» D'où l'on a conclu qu'il y avait lieu de donner la préférence aux salles de 32 lits.

» Ce mode d'appréciation n'est pas de l'auteur du Mémoire, nous devons le dire, car il se montre, au contraire, partisan des petites salles; il paraît même disposé à préférer ce qu'on appelle en Angleterre *cottage hospitals*, et à adhérer à l'opinion émise par le Dr J. Billings, des États-Unis, qui

pense qu'un hôpital ne doit être regardé que comme un édifice temporaire destiné à être démoli après quinze ans de service (1).

» Nous nous bornerons à faire remarquer que, dans le calcul précédent, on ne tient aucun compte des différences dans le chiffre de la mortalité et dans la durée du séjour à l'hôpital, qui semblent résulter incontestablement de la diminution du nombre des malades dans un même lieu.

» Si nous osions même songer à soumettre une semblable question à des calculs financiers, ce qui ne serait peut-être pas difficile si l'on possédait des statistiques médicales bien faites pour les divers hôpitaux, nous croyons fermement que la balance arithmétique, tout étrangère qu'elle puisse être aux considérations d'humanité, serait en faveur de la plus grande division possible des pavillons et des lits.

» Nous trouvons, à l'appui de cette opinion, des documents remarquables dans une Notice intitulée *Adress on Health*, lue au Congrès de la Science sociale, par M. Douglas Galton, en octobre 1873, et dans laquelle il a fait connaître quelques-uns des résultats statistiques dus à la seule influence de simples mesures hygiéniques introduites dans les casernes de l'Angleterre et de ses colonies, par les soins des Commissions sanitaires de l'armée, dont l'action continue est étendue partout où il y a des soldats.

» Ces résultats sont d'autant plus concluants que, comme le fait justement remarquer l'auteur, les armées sont composées d'individus qui forment la partie la plus valide de la population. Les chiffres parlent assez clairement d'eux-mêmes pour qu'il suffise de les rapporter.

» De 1837 à 1846, la moyenne annuelle des décès dans l'infanterie de ligne en Angleterre, sur 1000 individus, atteignait les chiffres suivants :

Maladies infectieuses.	Affections de poitrine.	Maladies diverses.	Total.
4,1	10,1	3,7	17,90
14,2			

tandis que dans la population civile elle n'était que de

2,0	4,5	3,3	9,80
6.5			

» L'expérience de la campagne de Crimée ayant appelé la sérieuse attention de l'opinion publique sur ce sujet, lord Herbert créa un service admi-

(1) *Rapport on barracks and hospitals*, par J. Billings; Washington, 1870.

nistratif chargé de veiller à l'observation des règles à suivre pour améliorer l'état sanitaire de l'armée.

» La première mesure prise, sur l'avis de la Commission royale de l'état sanitaire de l'armée, fut d'élever la situation, les attributions et le traitement du personnel médical, et d'établir une école de médecine militaire, où l'on devait étudier la médecine préventive, avec le même soin que la médecine curative.

» Les résultats des améliorations introduites dans le régime des casernes se manifestent par les chiffres suivants :

Décès sur 1000 *hommes en* 1871.

	Maladies infectieuses.	Affections de poitrine.	Maladies diverses.
	1,2	3,3	3,6
	4,5 (total)		
au lieu de	4,1	10,1	
	14,20 (total)		

observés avant 1846.

C'est-à-dire que le nombre des décès, provenant de maladies que l'on peut prévenir par des soins hygiéniques, a été diminué dans le rapport de 14,2 à 4,50 sur 1000 hommes; ce qui montre que, pour un effectif de 90 000 hommes, qui est celui de l'armée anglaise en Europe, on est parvenu à conserver en santé 1000 hommes, au lieu de les perdre. C'est là, qu'on nous pardonne l'expression, un capital qui a sa valeur.

» La sollicitude et l'action de la Commission sanitaire de l'armée anglaise ont été étendues aux colonies, où la Note de M. Douglas Galton signale la nécessité d'immenses améliorations. Mais déjà, par de simples mesures d'hygiène intérieure et de voirie, la mortalité moyenne de la garnison de Gibraltar qui, en 1818, était de 22 hommes sur 1000, s'était abaissée, de 1837 à 1846, à 13,52 sur 1000, et, en 1871, elle n'était plus que de 5,87.

» Les pertes de l'armée des Indes étaient encore bien plus considérables et s'élevaient en moyenne annuelle, pour la province du Bengale, à 67 hommes sur 1000, répartis ainsi qu'il suit :

Maladies infectieuses.	Affections de poitrine.	Maladies diverses.
58,0	3,0	6,0

D'où il est permis de conclure, en passant, que le climat des Indes n'est pas défavorable pour les affections de poitrine.

» Les améliorations successivement introduites avaient réduit déjà, en 1871, ces chiffres de décès respectivement à

Maladies infectieuses.	Affections de poitrine.	Maladies diverses.
8,8	3,0	6,0,

ce qui indique sur les maladies dont les mesures hygiéniques peuvent diminuer les effets une réduction de 51 hommes sur 1000 ou de 3162 hommes pour le total de l'armée, dont l'effectif était en 1871 de 62000 hommes.

» L'influence des soins hygiéniques pour la conservation de la santé du soldat et le maintien de l'effectif réel des armées n'a pas été moins sensible dans celle de la France, quoiqu'il y ait encore de grandes améliorations à y introduire.

» Le tableau suivant en offre la preuve (1).

Mortalité générale dans l'armée française sur 1000 *hommes.*

1846 à 1848		1863 à 1864		1866	
Intérieur.	Algérie.	Intérieur.	Algérie.	Intérieur.	Algérie.
19,4	16,7	9,11	17,06	10,28	11,95

» Les résultats que nous venons de signaler sont assez éloquents pour provoquer toute la sollicitude des autorités chargées de veiller sur le bien-être du soldat et sur le maintien de leur puissance militaire. On ne peut donc qu'applaudir à la persévérance avec laquelle M. Douglas Galton poursuit l'œuvre d'amélioration qu'il a entreprise depuis plusieurs années, en désirant qu'il trouve en France des imitateurs aussi dévoués.

» L'Académie peut juger, par les détails dans lesquels nous avons cru devoir entrer sur les recherches de M. Douglas Galton, qu'elles sont dignes de toute son estime : nous lui proposons de remercier l'auteur de les lui avoir communiquées. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

---

(1) Voir les statistiques médicales de l'armée publiées par le Ministère de la Guerre.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE. — *Évaluation, en unités mécaniques, de la quantité d'électricité que produit un élément de pile.* Note de M. **Branly**, présentée par M. Desains.

(Commissaires : MM. Edm. Becquerel, Jamin, Desains).

« Les expériences qui suivent ont pour objet d'évaluer en mesure électrostatique la quantité d'électricité transportée en une seconde par un élément de pile dans un circuit de résistance donnée. A cet effet, une sphère métallique isolée reçoit *m* fois par seconde une charge constante A qu'on lui enlève chaque fois en la mettant en communication avec le sol par la bobine d'un galvanomètre. La quantité d'électricité *m*A en traversant la bobine fait dévier l'aiguille aimantée; il suffit de comparer cette déviation à celle que détermine le flux d'électricité fourni par un élément Daniell dans un circuit connu.

» La charge constante A est puisée au pôle positif d'une pile de petits éléments : zinc, platine, eau salée en nombre convenable; l'autre pôle est relié à la terre.

» Deux minces tiges d'acier, portant chacune à l'extrémité libre une petite boule, sont fixées sur l'axe d'un interrupteur Foucault : elles font entre elles un angle tel que, par suite du mouvement de l'interrupteur, les deux boules viennent alternativement toucher la sphère isolée.

» Le galvanomètre employé est un galvanomètre de Ruhmkorff à long fil et à miroir. Par le déplacement du contre-poids de l'interrupteur, on peut faire varier le nombre des décharges entre 4 et 12 par seconde, et dans tous les cas l'aiguille aimantée prend une position fixe d'équilibre.

» On fait usage en même temps d'une balance de torsion à miroir. Les deux boules sont d'abord écartées l'une de l'autre sans qu'il y ait torsion du fil; la distance de leurs centres est déterminée par l'angle sous lequel elle est vue au moyen d'une lunette indépendante de la balance. Pendant qu'on observe la déviation de l'aiguille du galvanomètre, la balance est mise en communication avec le pôle positif de la pile, et l'on évalue le potentiel par l'action réciproque des deux boules.

» On a vérifié que *la charge de la sphère est proportionnelle au potentiel de la pile.* Le potentiel du pôle positif, mesuré par la balance de torsion, est, en effet, proportionnel à la déviation imprimée par la décharge de la

sphère à l'aiguille du galvanomètre. Le même fait se vérifie encore si l'on opère la charge de la sphère par un premier groupe d'éléments, puis par un second groupe et enfin par les deux réunis : la déviation produite dans le dernier cas est égale à la somme des déviations observées dans les deux premiers.

» *La charge de la sphère est proportionnelle à son rayon.* On l'a constaté en faisant usage de deux sphères, l'une en laiton de 69 centimètres de circonférence, l'autre en cuivre rouge de 43 centimètres.

» *La déviation est proportionnelle au nombre des décharges*, au moins dans les limites permises par l'emploi de l'interrupteur. L'axe de l'interrupteur portait un appendice frappant à chaque interruption contre un tambour qui transmettait son mouvement par un tube de caoutchouc à un autre tambour muni d'un style. Ce style enregistrait le nombre des décharges sur un cylindre tournant recouvert de noir de fumée; le pendule d'une horloge frappait contre un troisième tambour communiquant avec le même style, et une amplitude plus grande dans le tracé correspondait à la fin de chaque oscillation double du pendule.

» Ces préliminaires étant posés, le détail d'une des expériences faites avec la sphère de 69 centimètres fera comprendre la marche adoptée.

» La pile employée comme source d'électricité était formée de 500 éléments. On avait 85 décharges pendant que le pendule faisait 8 oscillations simples (l'oscillation simple du pendule, d'après une comparaison faite avec un chronomètre, correspondait à une durée de $0^s,975$).

» En employant un commutateur qui permettait de changer le sens du courant de décharge dans le galvanomètre, on a obtenu 51,25 pour le double de la déviation.

» Au moment où les deux boules de la balance de torsion étaient au même potentiel que le sol, leur écart angulaire était de 31°12′13″; après que la communication avec le pôle positif de la pile a été établie, l'écart est devenu 32°35′36″ et l'angle de torsion du fil était de 5003″ :

	Balance de torsion.			Galvanomètre.	
Boule mobile.	Lectures.	Torsion.	Écart angulaire.	Pile.	Sphère.
A l'état neutre...........	122,0	»	31°12′13″	371,4	51,25
Communiquant avec la pile.	268,5	5003″	32°35′36″	»	»
A l'état neutre...........	121,5	»	»	»	»

» La quantité q d'électricité qui se trouvait sur la boule mobile est alors

déterminée par l'équation (*)

$$\frac{1,3302\, q^2 \times 95,41 \cos 16^\circ 17' 48''}{4(95,41)^2 \sin^2 16^\circ 17' 48''} = n\, 5003.$$

On en déduit

$$q = 695,04 \text{ unités d'électricité.}$$

$$A = 695,04 \times \frac{R}{r} (^{**}) = 695,04 \times 13,82 = 9605,45,$$

$$mA = 9605,45 \times \frac{85}{8 \times 0,975} = 104699 \text{ unités d'électricité.}$$

» Le courant produit par les 104699 unités d'électricité qui se rendaient chaque seconde dans le sol donnait à l'aiguille aimantée une déviation mesurée par le nombre 51,25.

» On a fait passer le courant d'un élément Daniell (***) dans un circuit de mille kilomètres (le mètre est l'unité de mercure de Pouillet) et les deux fils du galvanomètre ont été joints à deux points du circuit, comprenant entre eux 1 kilomètre. La résistance du galvanomètre étant de 336 kilomètres, si l'on représente par 1 l'intensité du courant principal, celle du courant dérivé qui traversait le galvanomètre était très-sensiblement $\frac{1}{336000}$; on a lu, pour le double de la déviation, 371,4.

» On peut alors dire que le courant, dont l'intensité est $\frac{1}{336000}$, fait circuler, en une seconde, une quantité d'électricité représentée par

$$104699 \times \frac{371,4}{51,25} \text{ unités.}$$

(*) q est la quantité d'électricité répartie sur la boule mobile dont le rayon est de $7^{mm},95$; le rayon de la boule fixe étant de $10^{mm},575$, la quantité d'électricité qui la recouvrait était $q\,\frac{10,575}{7,95} = 1,3302\, q$.

Le rayon du cercle décrit par le centre de la boule mobile est de $95^{mm},41$; n est le moment du couple nécessaire pour tordre le fil de 1 seconde. On a déterminé ce moment en faisant osciller l'aiguille d'abord seule, puis après l'avoir chargée de deux poids cylindriques placés à des distances de l'axe mesurées à l'avance.

Les unités adoptées sont le millimètre et le milligramme (le poids de 1 milligramme vaut 9808,8 unités de force).

On a trouvé $n = 4,1024$; il faut donc appliquer un peu plus de 4 unités de force à 1 millimètre de distance de l'axe pour tordre le fil d'un angle égal à 1 seconde.

(**) R rayon de la sphère isolée; r rayon de la boule mobile de la balance.

(***) L'élément Daniell dont il est ici question est formé de cuivre et zinc amalgamé, sulfate de cuivre et sulfate de zinc.

» Avant de donner un nombre définitif pour la constante qu'il s'agit de mesurer, je me propose de déterminer, avec plus de précision que je n'ai pu le faire encore, les résistances absolues des bobines employées.

» Comme nous l'avons vu, les déviations du galvanomètre sont proportionnelles à la charge de la sphère et au potentiel de la pile. Il est facile d'en déduire le moyen de mesurer la capacité électrique d'un corps conducteur quelconque et le potentiel aux différents points de la pile.

» Pour mesurer la capacité électrique d'un corps conducteur, on fixe, parallèlement à l'axe de l'interrupteur, un fil isolé, dont les extrémités recourbées plongent alternativement dans deux godets remplis de mercure. L'un des godets communique avec le pôle positif de la pile, le second avec le galvanomètre. Un autre fil, soudé au fil principal, relie celui-ci au conducteur étudié. Par une expérience préliminaire, on détermine la capacité électrique de la partie indépendante du conducteur.

» En modifiant la forme de l'interrupteur, de façon à permettre la mesure du temps, on peut aborder d'autres questions, par exemple celles qui se rapportent aux condensateurs, et l'on aura l'avantage d'opérer avec des sources d'électricité parfaitement connues.

» Pour mesurer le potentiel aux différents points d'une pile, il suffit d'opérer la charge et la décharge d'un même conducteur, par exemple d'une sphère. Un grand nombre de mesures ont été faites : à une tension positive correspond un courant dans un sens, à une tension négative un courant en sens contraire, et la proportionnalité des indications du galvanomètre à celles de la balance de torsion subsiste toujours, dans le cas où le second pôle de la pile est en communication avec le sol et dans le cas où il est isolé. »

VITICULTURE. — *Hibernation du Phylloxera des racines et des feuilles.* Note de M. **Max. Cornu**, délégué de l'Académie.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Lorsque la saison froide arrive, un changement considérable se produit à la surface des racines attaquées par le Phylloxera. Les derniers renflements qui subsistent encore, et qui sont depuis longtemps abandonnés par le plus grand nombre des insectes, pourrissent et se décomposent, les mères pondeuses disparaissent et le parasite devient de moins en moins apparent. Les cultivateurs disent souvent « qu'il n'y a pas de Phylloxera » pendant l'hiver » ; il n'en est rien : l'insecte hiberne, sous une forme

spéciale, mais peu visible : ce fait fut signalé par MM. Planchon et Lichtenstein (*Conseils pratiques contre le Phylloxera;* extrait du *Messager agricole*, p. 2 et 3; Montpellier, 5 juillet 1870). Cette forme que revêt l'insecte offre un intérêt très-grand, à cause des conditions particulièrement favorables à l'application d'un traitement des vignes malades.

» Dans ce nouvel état, le Phylloxera est en tout semblable à un jeune dont la mue serait indéfiniment retardée; il est, comme le jeune, muni d'antennes et de pattes très-longues, présentant des poils très-développés. La couleur de la peau est teintée et communique à l'insecte une teinte brune.

» D'abord d'un jaune vif, comme les jeunes ordinaires, dont il ne paraît pas se distinguer, il acquiert bientôt un aspect mat et un peu blanchâtre, visible quand on l'observe tel quel sous le microscope; puis la teinte brune, déjà sensible, s'exagère de plus en plus et finit, à la longue, par devenir assez foncée. Il n'est pas rare de voir, à la partie antérieure et sur les côtés de l'abdomen, des tubercules plus ou moins nets, qui sont surtout visibles sur l'insecte rendu transparent par l'action des réactifs. Quand la racine sur laquelle il est fixé est mouillée et que l'eau le recouvre, la teinte brune paraît encore plus foncée et se distingue à peine sur la couleur très-brune de l'écorce.

» Aux points où ils se tiennent, les individus hibernants sont, tantôt clairsemés, tantôt disposés par petits groupes dans les fentes de l'écorce, où sous les plaques subéreuses, exfoliées depuis longtemps et qui n'ont plus d'adhérence avec le reste du tissu. Quand on enlève ces plaques, qui les cachent entièrement aux regards et les protégent d'une humidité excessive et du contact direct du sol, on aperçoit les Phylloxeras groupés les uns à côté des autres, dans des attitudes et des positions diverses et complétement immobiles.

» Ce qui est très-évident, au premier coup d'œil, c'est que ces insectes sont très-petits et qu'ils ont la même taille; qu'ils sont, non pas bombés, en forme de tortue, mais relativement aplatis, quelquefois même leur partie dorsale est concave. Dans cette position, la tête paraît avoir un volume beaucoup plus grand (1) que chez les jeunes ordinaires, parce qu'elle est vue en face et non de côté et en raccourci; on aperçoit un sillon médian, antéro-postérieur, qui est à peine indiqué chez les autres individus; la partie dorsale est saillante sur une ligne longitudinale médiane, qui forme un

(1) La même cause produit un effet analogue chez la nymphe.

bourrelet continu, d'une extrémité à l'autre de l'animal; les antennes sont, en général, réfléchies, les pattes repliées sous l'abdomen; aucun mouvement de ces organes n'a lieu; l'insecte reste immobile, à moins que des circonstances extérieures ne le forcent à changer de place pendant l'observation. Les yeux sont peu visibles, à cause de la teinte brune générale; la peau est couverte d'aspérités, non pas hémisphériques, comme chez les autres insectes, mais munie d'élévations et de dépressions sinueuses et, pour ainsi dire, vermiculées.

» A cette époque, les mères pondeuses ont peu à peu disparu; elles deviennent fort rares, car elles meurent et les nouveaux insectes restent stationnaires au lieu de se développer; les œufs, de même, éclosent successivement et, si l'on en rencontre quelqu'un, il est brun et sur le point de donner naissance à un jeune. Il est possible que, à de grandes profondeurs, on puisse encore en découvrir de frais pondus; mais, dans les conditions ordinaires, pendant la période d'hiver, on ne rencontre plus ni ces amas d'œufs d'un jaune vif, ni les insectes d'un jaune de soufre, si visibles et si faciles à remarquer pendant la saison chaude; si cela a lieu, c'est un fait assez rare.

» Il est inutile de rapporter les opinions erronées émises relativement à l'endroit où se tient le Phylloxera pendant la saison froide; il ne choisit pas de place déterminée pour y former de petits groupes, il se dissémine sur les racines en dehors des radicelles extrêmes, qui sont le siége de modifications particulières pendant l'hiver. Aux points qu'il occupe, il enfonce son suçoir dans les tissus; quand on veut, à l'aide d'un cheveu ou d'un pinceau délicat, l'en déplacer ou l'enlever, il demeure attaché par les soies de son suçoir, qu'il faut violemment arracher.

» Sur les grosses racines dont la couche subéreuse extérieure s'enlève par plaques, cette partie, normalement exfoliée chaque année, ne sert de support à aucun insecte; quoique le tissu situé au-dessus et qu'elle protége en soit abondamment couvert, on n'y en rencontre aucun. Cela tient à ce que le parasite ne pourrait tirer aucune nourriture de ces éléments morts et décomposés. Le Phylloxera a besoin d'une racine vivante; dans les flacons où on le conserve, on le voit fuir les parties desséchées ou complétement mortes et se porter vers les parties plus fraîches; s'il ne peut trouver un endroit plus favorable, il périt invariablement, qu'il y ait ou non excès d'humidité ou de sécheresse, et il disparaît entièrement : il est mort de faim.

» L'opinion, émise par un viticulteur très-distingué, que le Phylloxera

peut hiverner au milieu de mottes de terre me paraît peu d'accord avec la réalité des faits. S'il en était ainsi, l'insecte ne chercherait dans le sol qu'un peu d'humidité, qu'il trouverait aisément sur les parois des flacons, sur les racines maintenues à l'abri de la sécheresse, et cependant, dans ces conditions, le parasite (qui se contente souvent de bien peu de chose) meurt au bout de peu de jours.

» Peu vraisemblable pour la forme radicicole, cette opinion paraît de même inadmissible pour la forme foliicole.

» Dans le but de savoir ce que devenaient, à l'arrière-saison, les dernières générations des jeunes développés dans les galles, j'ai tâché de me procurer quelques galles non entièrement vidées. M. Laliman eut la complaisance de me permettre de prendre les sommités, en partie desséchées à leur extrémité, des rameaux porteurs des dernières galles; c'était à la fin du mois d'octobre. Préoccupé d'idées théoriques et cherchant à découvrir si, dans les galles, ne se trouveraient pas des Phylloxeras aptères ayant un rôle analogue aux mères pondeuses du Phylloxera du chêne, qui quitte les feuilles pour pondre sur les tiges, j'examinai avec soin les feuilles qu'il m'avait été possible de recueillir et qui étaient malheureusement en trop petit nombre. J'étais guidé dans cette recherche par les merveilleuses observations de M. Balbiani (*Comptes rendus* des 13 et 20 octobre 1873) sur le Phylloxera du chêne; je ne trouvai pas sur cette vigne (Clinton, *Vitis riparia*) de feuilles présentant des galles imparfaites, c'est-à-dire abandonnées avant la ponte par les insectes, ainsi que j'en avais trouvé près d'un mois auparavant; un petit nombre de galles seulement furent rencontrées : elles étaient noircies et déjà évacuées par les jeunes; quelques-unes cependant présentaient encore des œufs, mais très-peu nombreux, à cause de l'état très-avancé de la saison; dans quelques galles noircies, et en apparence décomposées en partie, se tenaient réunis quelques jeunes agiles; ils n'étaient pas d'un jaune brillant, comme ceux qu'on rencontre d'ordinaire, à pareille place, en été; ils étaient d'une couleur mate, d'un jaune brunâtre, et avaient l'apparence d'insectes commençant à hiverner; ils étaient demeurés agiles et vivants, quoique la galle ne parût pas pouvoir leur offrir de nourriture; ils ne s'y étaient pas fixés d'ailleurs, comme le prouvait leur agilité. Les deux bords de la galle, par une contraction mécanique due au dessèchement des tissus, semblaient leur interdire toute possibilité de sortir. Ces individus étaient destinés à être entraînés avec la feuille qui les abritait. Les galles furent toutes ouvertes artificiellement et les feuilles furent placées dans un flacon contenant des racines

prises sur des boutures de chasselas sain apporté de Paris. Chaque racine fut brossée et nettoyée; après cette opération, elles présentaient une surface jaune très-lisse et très-polie. Les jeunes se répandirent, les uns sur les racines, où ils hivernèrent directement et sans aucun changement de forme, les autres sur les parois du flacon, où ils ne tardèrent pas à périr.

» On pourrait tirer de là plusieurs conclusions qui seront développées à la fin de cette Note; en ce moment, je me contenterai de faire remarquer que le Phylloxera, qui vit sur les feuilles, hiverne sur les racines, de même que l'autre, et non en un lieu quelconque du sol. On peut être trompé par une fausse apparence; quand on arrache hors de la terre des racines chargées de Phylloxeras, il n'est pas rare de voir les individus non fixés, les œufs, les jeunes agiles, rester adhérents à la terre qui les retient mécaniquement; mais ils sont entraînés par une force indépendante de leur volonté, et il est douteux qu'on puisse les trouver établis en nombre en dehors du contact immédiat des racines. Je n'en ai jamais vu dans de semblables conditions.

» Lorsque le sol se réchauffe, le Phylloxera sort de son engourdissement et, après une mue (la première), il reprend son activité organique, insensible pendant plusieurs mois; c'est ce qu'on appelle le *réveil* du Phylloxera. Ce réveil, qui accompagne celui de la végétation, a eu lieu cette année à Montpellier vers le 15 avril, et vers la même époque à Tarascon, comme M. Faucon l'observa lui-même; ces deux nombres se corroborent. J'ai cru pouvoir conseiller de saisir cette époque critique de la vie de l'insecte pour l'attaquer avec succès par l'une des substances essayées sans succès jusqu'ici. La durée pendant laquelle le parasite demeure ensuite sans défense, avant de pondre encore, est déterminée par l'intervalle qui s'écoule entre les deux autres mues qui lui restent encore à subir et la période nécessitée par l'évolution des œufs avant la ponte. Cette période sera ultérieurement discutée; elle doit être, à mon sens, d'une quinzaine de jours au plus et de huit jours au moins. C'est par ces conséquences qu'est démontrée l'utilité de la connaissance des mues, de leur nombre et de l'intervalle qui les sépare.

» Le réveil de l'insecte s'effectue sous l'influence du réchauffement du sol, mais la température qui le détermine n'est pas encore précise. En attendant que des mesures exactes, qui font défaut aujourd'hui, soient faites, j'ai cherché à me rendre compte vers quelles limites de température commence l'hibernation; j'ai essayé de déterminer le point particulier où, quand la température s'abaisse, se produit l'engourdissement, point qui est peut-

être celui à partir duquel, la température s'élevant, cet état de repos disparaît; j'ai assimilé cette modification au changement des corps de l'état solide à l'état liquide, qui a lieu, dans un sens ou dans l'autre, à la même température. Il restera à chercher vers quelles limites se réveille la végétation de la vigne, endormie de même pendant l'hiver, et les différences de ces deux limites. On conçoit donc l'intérêt pratique que présentent de pareilles déterminations; mais il est bien évident qu'il ne peut être question ici d'un nombre parfaitement précis et délimité, comme le point de fusion et de solidification d'un corps. L'effet déterminé par la température est complexe : il s'exerce sur un être vivant, et non sur une substance inorganique.

» Dans la chambre où je travaille, la température, plus douce qu'au dehors, suit cependant l'abaissement graduel dû à la saison; il n'a pas encore été fait de feu, afin que l'insecte trouvât, dans les bocaux où il est conservé, des conditions analogues à celles qu'il trouverait dans la nature; mais les variations sont moins brusques et moins rapides. La température moyenne est de moins de 10 degrés; elle s'éleva jusqu'à 12 pendant les dernières belles journées, il y a un peu plus d'une semaine, mais elle descend le plus souvent à 8 degrés. Entre ces limites, sur des racines conservées depuis longtemps (sept semaines au moins), dans des conditions diverses, les jeunes hivernent en grand nombre. La température de 8 à 12 degrés permet donc déjà l'hibernation; mais elle n'est pas encore assez basse pour qu'elle ait, depuis plus d'un mois qu'elle règne, empêché le développement de certains individus, qui sont parvenus à l'état adulte, et ne leur permette pas de pondre encore en ce moment même.

» On peut se demander si l'hibernation n'est pas déterminée en partie par le changement survenu dans les radicelles; cela n'est pas impossible, et il y a peut-être quelque chose de vrai dans cette manière de voir, quoique l'insecte vive indifféremment sur les grosses ou sur les petites racines. On peut cependant citer, contrairement à cette opinion, plusieurs faits assez concluants qui prouvent qu'elle ne peut suffire à tout expliquer. Certains renflements récoltés le 18 octobre, et conservés depuis dans des conditions toutes spéciales, vivent encore et ne paraissent pas altérés; je vois, depuis plus de trois semaines, des jeunes hiverner à leur surface, encore visibles aujourd'hui 8 décembre et parfaitement vivants; les radicelles renflées peuvent donc comme les racines ordinaires alimenter des insectes hivernants et la nourriture qu'elles leur fournissent ne détermine pas forcément leur développement. En outre, sur l'un de ces renflements comme sur l'une des

racines plus grosses, vivent encore des mères pondeuses, mais leur activité organique est bien faible; l'une de ces mères, par exemple, mit près *de trois jours* à se débarrasser d'un œuf aux trois quarts libre et adhérent encore à la partie postérieure de son abdomen; malgré les contractions successives et réitérées de ses anneaux, l'œuf fut libre et déposé sur la racine le 5 décembre dernier.

» Si le Phylloxera peut encore pondre quelques œufs, et celui dont il est question montre encore un œuf visible par transparence dans son abdomen, il est certain que cette faculté est sur le point de disparaître; d'autre part, de nombreux individus hivernants sont visibles dans son voisinage et dans d'autres flacons; l'une des phases de la vie de l'insecte touche à sa fin, et l'autre en est encore à ses débuts. On peut donc affirmer que le phénomène de l'hibernation est déterminé principalement par l'abaissement de la température, et que ce changement d'état ou cet arrêt de développement commence à se produire sur une échelle notable entre les limites de 12 à 8 degrés, en moyenne vers 10 degrés.

» Sur les racines des vignes phylloxérées, maintenues dans des vases à fleurs au dehors et soumises aux conditions naturelles et à l'abaissement normal de la température pendant la saison d'automne, le Phylloxera était en pleine hibernation déjà vers le 1er novembre. Dans le courant du mois d'octobre, aux environs de Bordeaux, la proportion des individus hivernants était déjà considérable; il est parfaitement sûr que la température, plus douce dans ma chambre que celle de l'extérieur, a retardé cet arrêt de développement; il ne s'est montré que lorsque la température, s'abaissant graduellement, atteignit les limites indiquées plus haut. Dans les conditions de l'observation, les variations de température sont moins brusques chaque jour et moins fréquentes; la détermination du degré plus précise qu'elle n'eût pu l'être dans la nature. Si l'on voulait appliquer ces résultats aux cultures en grand, il faudrait tenir compte des inégalités de température de la nuit et des journées pendant lesquelles luit le soleil, du réchauffement et du refroidissement du sol, variables avec la profondeur, etc., etc...

» Nous avons vu plus haut que l'insecte des galles peut hiverner directement sur les racines. N'y aurait-il pas en outre une hibernation spéciale sur les organes aériens (tronc ou rameaux), comme cela se présente chez le Phylloxera du chêne? J'ai en vain cherché des mères pondeuses, descendant le long de la tige; mais cette particularité est-elle probable? On ne saurait le dire.

» D'après un fait, constaté en France par M. Laliman, et par M. Riley en Amérique, certains ceps abondamment chargés de galles une année en sont souvent dépourvus les années suivantes, et d'autres au contraire qui en étaient dépourvus s'en montrent couverts. Cela semblerait indiquer que les insectes, dont la progéniture quitte volontairement la plante ou est précipitée sur le sol avec les dernières feuilles, ne laissent pas sur le pied qu'ils habitent des individus chargés de donner, au retour de la belle saison, naissance à des colonies nouvelles, mais que ces colonies nouvelles, dont l'arrivée est si accidentelle et si irrégulière, proviennent d'une autre origine. Les œufs ou les jeunes *de réserve,* en admettant leur existence, périssent-ils souvent? Faut-il attribuer leur disparition à la pratique des cultivateurs de tailler la vigne?

» L'une des conséquences à tirer de l'observation précédente sur les galles et sur laquelle je désire spécialement insister, c'est que les jeunes des galles ont hiverné *directement* sur les racines et y demeurent depuis le 31 octobre jusqu'à ce jour (depuis cinq semaines) sans aucun changement : c'est une preuve nouvelle de l'identité des deux formes de l'insecte. Ainsi les Phylloxeras des galles donnent naissance à des générations en tout semblables à celles des insectes nés sur les racines, comme je l'ai constaté après MM. Signoret et Planchon; j'ai observé qu'ils produisent sur les radicelles des renflements identiques (*Compte rendu* de la séance du 21 juillet 1873); qu'ils peuvent, en outre, *sans aucune transformation* et directement, prendre l'état hibernant comme les autres insectes : il paraît difficile de trouver une preuve plus convaincante de l'identité des deux formes.

» Le passage de l'une à l'autre de ces formes peut avoir lieu, soit par la chute directe des individus des feuilles sur le sol, à une époque où ils peuvent se développer immédiatement et devenir adultes (*Compte rendu* de la séance du 12 octobre 1873), soit par la chute à l'arrière-saison de la feuille elle-même que l'insecte devrait quitter ensuite. Lors de la saison froide, que l'insecte tombe volontairement ou qu'il soit précipité à terre, il ne se développera pas immédiatement; il attendra, sur les racines, le réchauffement du sol pour achever son développement complet et poursuivre la série de ses modifications : c'est une particularité à ajouter aux mœurs de l'insecte. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Action de la terre volcanique de la solfatare de Pouzzoles sur les maladies de la vigne.* Note de M. S. de Luca. (Extrait.)

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Comme suite de ma Communication du 10 février 1873 (1) relative à l'action qu'exerce la terre volcanique de la solfatare de Pouzzoles sur les maladies de la vigne, je soumets au jugement de l'Académie quelques nouvelles expériences, faites dans le courant de cette année.

» Deux cent cinquante-six ceps de vigne ont été partagés en quatre lots, de soixante-quatre chacun. Tout le terrain a été retourné et cultivé à la profondeur de 50 centimètres environ, en le débarrassant, en même temps, de toutes les mauvaises herbes et racines. Dans un premier lot, pendant qu'on labourait le sol, on plaçait autour de chaque cep 500 grammes de terre de la solfatare, à la profondeur de 30 centimètres; on recouvrait ensuite avec de la terre ordinaire jusqu'à la hauteur de 10 centimètres, et on laissait à découvert les 20 autres centimètres, de manière qu'autour de la plante restassent un rebord circulaire et une cavité hémisphérique pour recevoir et retenir l'eau de pluie. Un autre lot a été cultivé de la même manière que le précédent; mais, tandis que le premier a été soufré deux fois avec de la terre de la solfatare réduite en poudre fine, avant l'ouverture des fleurs et lorsque le grain avait un peu grossi, l'autre a été aussi soufré deux fois, aux mêmes époques, seulement avec du soufre ordinaire. Un troisième lot a été soufré deux fois, aux époques indiquées, avec de la terre de la solfatare. Enfin le dernier lot a été soufré avec du soufre ordinaire, toujours aux deux époques déjà mentionnées. Les résultats obtenus de ces expériences sont les suivants.

» Les insectes avaient disparu du premier lot, non-seulement sur la surface du terrain et sur les plantes, mais aussi dans le sol, ce qui a été démontré par des fouilles pratiquées en différents endroits. Le deuxième lot présentait les mêmes qualités que le premier; mais on y découvrait quelques rares insectes, attachés au feuillage des plantes. Dans le troisième lot, on observait quelques insectes et des vers (*lombrics*) dans le sol, mais rien à la surface ni sur les plantes. Le sol du quatrième lot était comme celui du troisième; mais on voyait à la surface du sol et sur les plantes quelques insectes.

» La végétation des plantes était luxuriante dans le premier et dans le deuxième lot, médiocre dans le troisième et languissante dans le dernier.

(1) *Comptes rendus*, t. LXXVI, p. 359.

Le raisin obtenu du premier lot était abondant et de très-bonne qualité; celui du deuxième différait peu du premier par sa quantité et par sa qualité. Le produit du troisième lot était d'un quart inférieur à celui du premier. Enfin celui du quatrième lot représentait environ la moitié du poids du raisin du premier. Plusieurs grains de raisin du quatrième lot étaient tombés en pourriture. Les cendres obtenues du raisin du premier lot étaient riches en potasse; celles du quatrième en étaient très-pauvres.

» Il résulte de ces expériences que la terre de la solfatare de Pouzzoles, par sa porosité et par les éléments qu'elle contient, agit avantageusement sur les vignobles, en détruisant ou éloignant les insectes, en rendant la végétation plus vigoureuse, en augmentant le produit en raisin, et en fournissant à la terre les éléments nécessaires à la végétation de la vigne. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *De quelques altérations morphologiques observées dans le genre* Cypripedium (*Orchidées*). Mémoire de M. **R. Guérin**. (Extrait.)

(Commissaires : MM. Brongniart, Decaisne, Duchartre.)

« *Conclusions.* — Dans la fleur des *Cypripedium*, le labelle est un simple pétale, n'ayant rien à voir avec les étamines.

» Quant à la position de celles-ci, deux normales existent sur les côtés droit et gauche du gynostème. Deux autres, avortées et seulement représentées par un filet souvent bifide à son extrémité, quelquefois présentant à sa base un renflement ponctué de brun comme l'anthère normale, constitueraient, sur un rang extérieur, les deux étamines supérieures, ou peut-être seulement plus longues que les premières. Enfin les deux dernières ne sont autres que le processus staminal, composé de deux pièces pétaloïdes, placées au-dessous du style et soudées de très-bonne heure.

» De plus nous pensons, quoique nous n'en ayons que des preuves moins certaines, que le stigmate est à deux, peut-être à trois divisions, ou si l'on veut qu'il y a deux ou trois stigmates. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Des eaux de puits en général, et de celles de la ville de Beauvais en particulier, au point de vue de l'hygiène publique.* Mémoire de M. **E. Decaisne**. (Extrait.)

(Renvoi à la Section de Médecine.)

« L'auteur insiste sur la mauvaise qualité des eaux de puits en général et sur les atteintes que leur usage peut porter à la santé publique. Il étudie,

à ce point de vue, les eaux de puits de la ville de Beauvais et formule les conclusions suivantes :

» 1° Quoique placé au milieu de rivières et de canaux, et au-dessus d'une nappe d'eau souterraine importante, Beauvais n'a ni eaux abondantes d'assainissement, ni eaux d'alimentation de qualité convenable, ni égouts.

» 2° L'altitude des eaux qui coulent au milieu et autour de la ville n'est pas assez grande pour qu'il soit possible de les faire servir au lavage des rues.

» 3° Les eaux des canaux et rivières de Beauvais ne peuvent être utilisées pour l'alimentation, car elles sont le réceptacle de toutes les ordures de la ville.

» 4° L'eau des puits qui alimentent la ville de Beauvais est de la plus détestable qualité. En effet, d'après une analyse faite au laboratoire des Ponts et Chaussées, et signée de M. Hervé-Mangon, elle donne, par litre, 2 *grammes de résidu solide*. Elle marque 72 à l'hydrotimètre, c'est-à-dire 72 centigrammes de sels de chaux par litre, tandis que les eaux de l'Ourcq et d'Arcueil, qui sont incrustantes, ne donnent que 30 et 40 degrés. Elle ne dissout pas le savon et cuit difficilement les légumes.

» 5° La plupart des maisons de Beauvais, malgré les efforts de l'Administration municipale, n'ont pas de fosses d'aisances étanches, beaucoup même n'en ont pas du tout. Il en résulte que le sous-sol de la ville et la nappe d'eau souterraine sont contaminés par des infiltrations qui, comme l'expérience le prouve, peuvent faire courir à la santé publique les plus graves dangers.

» 6° Si l'on considère enfin que la ville de Beauvais, par le développement rapide et incessant des voies nouvelles de communication, est destinée à voir doubler bientôt son importance industrielle, et que le temps n'est pas sans doute éloigné où sa population s'accroîtra dans des proportions considérables qui l'obligeront à satisfaire à de nouveaux besoins, on reste convaincu de la nécessité de pourvoir Beauvais d'une bonne distribution d'eau, et d'utiliser les sources abondantes de bonne qualité qui existent à proximité de la ville, et qu'on peut y amener à peu de frais, comme le démontrent les études faites par l'Administration dans les dernières années. »

M. L. Notta adresse une Note relative à un « étalon monétaire métrique universel ».

(Renvoi à l'examen de M. Peligot.)

M. T. **Sourbé** soumet au jugement de l'Académie divers documents concernant la substitution du pesage métrique des alcools à leur mesurage.

(Renvoi à la Section de Physique.)

M. J. **Lasserre** soumet au jugement de l'Académie un travail sur les règles de la construction et de l'emploi des Tables de logarithmes.

(Renvoi à l'examen de M. Chasles.)

M. **Méhay** adresse une Note concernant les relations numériques qui existent entre le volume des corps composés, à l'état de vapeur, et l'atomicité de leurs éléments.

(Renvoi à la Section de Chimie.)

M. N. **Dejean de Fonroque** adresse une Note concernant des expériences faites à Bucharest sur les mouvements du pendule.

(Renvoi à l'examen de M. Bertrand.)

MM. B. **de Brutelette** et E. **de Vicq** adressent, pour le Concours du prix de La Fons-Mélicocq à décerner en 1874, un Catalogue raisonné des plantes vasculaires du département de la Somme.

(Renvoi à la Commission.)

CORRESPONDANCE.

M. N. **Zinin**, nommé Correspondant de la Section de Chimie, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Ouvrage de M. *F. Papillon*, portant pour titre « La nature et la vie »;

2° Un nouveau volume des « Merveilles de l'Industrie », par M. *L. Figuier* (verres, poteries, soudes, potasses, acide sulfurique, etc.).

3° Un nouveau volume des « Grandes usines de France », par M. *Turgan* (canons, poudres, etc.).

ANALYSE. — *Sur une réduction de l'équation à différences partielles du troisième ordre, qui régit les familles de surfaces susceptibles de faire partie d'un système orthogonal.* Note de M. **Maurice Levy**, présentée par M. O. Bonnet.

« Soit

$$\rho = F(x, y, z) \tag{1}$$

l'équation d'une famille de surfaces. Posons, avec M. Lamé,

$$\left[\left(\frac{d\rho}{dx}\right)^2 + \left(\frac{d\rho}{dy}\right)^2 + \left(\frac{d\rho}{dz}\right)^2\right]^{-\frac{1}{2}} = H. \tag{2}$$

» On sait, par un théorème bien connu dû à M. O. Bonnet, que, si les surfaces dont il s'agit sont susceptibles de faire partie d'un système orthogonal, leur paramètre ρ satisfait à une équation à différences partielles du troisième ordre; et, tout récemment, M. Cayley a mis cette équation sous la forme remarquable

$$A\frac{d^2H}{dx^2} + A_1\frac{d^2H}{dy^2} + A_2\frac{d^2H}{dz^2} + B\frac{d^2H}{dy\,dz} + B_1\frac{d^2H}{dz\,dx} + B_2\frac{d^2H}{dx\,dy} = 0, \tag{3}$$

où les coefficients A_i et B_i s'expriment au moyen des dérivées partielles des deux premiers ordres de la fonction inconnue ρ, de telle sorte que l'équation est linéaire par rapport aux dérivées du troisième ordre de cette fonction.

» Je me propose de montrer que, par un changement de variables des plus simples, on peut, sans modifier la forme de l'équation (3), faire disparaître trois des six termes qu'elle contient.

» Il suffit pour cela de prendre pour fonction inconnue, au lieu du paramètre ρ, l'une des coordonnées rectilignes : z par exemple, et pour variables indépendantes x, y et ρ, au lieu de x, y et z.

» On pourrait déduire la nouvelle équation en z de l'équation (3); mais il est plus simple de l'établir directement.

» Soient Mx', My' les tangentes aux lignes de courbure de la surface ρ passant en un point M de l'espace, et Mz' la normale à cette surface. Dans un Mémoire inséré au *Journal de l'École Polytechnique* (*), nous avons montré que, si l'on prend pour un instant les lignes Mx', My', Mz' pour axes des x', des y' et des z', la condition pour que les surfaces ρ puissent

(*) XLIIIe cahier.

faire partie d'un système orthogonal, consiste simplement en ceci : qu'en chaque point M de l'espace on ait

$$\frac{d^2 H}{dx'\,dy'} = 0.$$

» Or, si m_1, n_1, p_1; m_2, n_2, p_2 sont les cosinus des angles que les lignes Mx' et My' font avec les axes des x, y, z; et si, pour abréger, on désigne par H_x, H_y, H_z, H_{x^2},... les dérivées de la fonction H relativement aux variables x, y, z, on aura

$$\frac{dH}{dx'} = m_1 H_x + n_1 H_y + p_1 H_z.$$

» Regardons maintenant z et, par suite, H comme des fonctions de x, y, ρ. Nous désignerons par les notations ordinaires $\frac{dH}{dx}, \frac{dH}{dy}, \frac{dH}{dz}, \ldots$ les dérivées partielles de H relativement à ces nouvelles variables et par les lettres p, q, r, s, t les dérivées des deux premiers ordres de z par rapport aux variables x et y; nous aurons alors les formules de transformation

$$H_x = \frac{dH}{dx} - pH_z,$$
$$H_y = \frac{dH}{dy} - qH_z;$$

par suite, l'expression ci-dessus de $\frac{dH}{dx'}$ deviendra

$$\frac{dH}{dx'} = m_1\frac{dH}{dx} + n_1\frac{dH}{dy} - (pm_1 + qn_1 - p_1)H_z.$$

On aurait de même

$$\frac{dH}{dy'} = m_2\frac{dH}{dx} + n_2\frac{dH}{dy} - (pm_2 + qn_2 - p_2)H_z.$$

Or, d'après la signification même des lettres,

$$pm_1 + qn_1 - p_1 = 0,$$
$$pm_2 + qn_2 - p_2 = 0.$$

» En ayant égard à ces relations, on trouve immédiatement

$$(4)\quad \left\{ \begin{aligned} \frac{d^2H}{dx'\,dy'} = 0 = \Big\{ & m_1 m_2 \frac{d^2H}{dx^2} + (m_1 n_2 + n_1 m_2)\frac{d^2H}{dx'\,dy'} + n_1 n_2 \frac{d^2H}{dy^2} \\ & - [m_1 m_2 r + (m_1 n_2 + n_1 m_2)s + n_1 n_2 t]\,H_{z^2} \Big\}. \end{aligned} \right.$$

» D'ailleurs, l'équation différentielle des lignes de courbure, telle qu'on

l'écrit habituellement

$$(5)\qquad [pqt-(1+q^2)s]\,dy^2-[(1+q^2)r-(1+p^2)t]\,dx\,dy + [(1+p^2)s-pqr]\,dx^2=0,$$

donne

$$\frac{m_1m_2}{pqt-(1+q^2)s}=\frac{m_1n_2+n_1m_2}{(1+q^2)r-(1+p^2)t}=\frac{n_1n_2}{(1+p^2)s-pqr}=\frac{m_1m_2r+(m_1n_2+n_1m_2)s+n_1n_2t}{0};$$

donc

$$m_1m_2r+(m_1n_2+n_1m_2)s+n_1n_2t=0,$$

et l'équation (4) se réduit à

$$(6)\qquad \left\{ [pqt-(1+q^2)s]\frac{d^2\mathrm{H}}{dx^2}+[(1+q^2)r-(1+p^2)t]\frac{d^2\mathrm{H}}{dx\,dy} + [(1+p^2)s-pqr]\frac{d^2\mathrm{H}}{dy^2}=0. \right.$$

» La fonction H qui en x, y, z est donnée par la relation (2), a ici pour expression

$$(7)\qquad \mathrm{H}=(p^2+q^2+1)^{-\frac{1}{2}}\frac{dz}{d\rho}=h^{-\frac{1}{2}}\frac{dz}{d\rho},$$

en désignant, pour abréger, par la lettre h la quantité p^2+q^2+1.

» L'équation (6), où H a la valeur (7), est l'équation à différences partielles du troisième ordre cherchée, à laquelle doit satisfaire une fonction $z=f(x,y,\rho)$, pour que les surfaces qu'elle représente puissent faire partie d'un système orthogonal. On voit qu'elle s'établit très-simplement, et, comme nous l'avons annoncé, tout en conservant la forme remarquable de l'équation (3) de M. Cayley, elle ne contient que trois termes au lieu de six. Pour la former, on peut d'ailleurs énoncer cette règle très-simple : Écrivez sous sa forme habituelle (5) l'équation des lignes de courbure en projection sur le plan des xy; remplacez-y

$$dx^2,\quad dx\,dy,\quad dy^2,$$

respectivement par

$$\frac{d^2(p^2+q^2+1)^{-\frac{1}{2}}\frac{dz}{d\rho}}{dx^2},\quad \frac{d^2(p^2+q^2+1)^{-\frac{1}{2}}\frac{dz}{d\rho}}{dx\,dy},\quad \frac{d^2(p^2+q^2+1)^{-\frac{1}{2}}\frac{dz}{d\rho}}{dy^2},$$

et vous aurez l'équation cherchée.

» Tandis que l'équation (3) en ρ contient toutes les dérivées du troisième ordre de cette fonction, l'équation (6) en z ne contient pas les trois

dérivées extrêmes :

$$\frac{d^3z}{d\rho^3}, \quad \frac{d^3z}{d\rho^2 dx}, \quad \frac{d^3z}{d\rho^2 dy}.$$

» Cela donne à la transformation que nous venons d'effectuer une certaine analogie avec celle qu'Ampère trouve si importante dans la théorie des équations à différences partielles du second ordre à trois variables. La quantité ρ a ici un rôle analogue à celui des variables appelées caractéristiques dans la théorie des équations à différences partielles à deux variables indépendantes, et même elle est analogue à une caractéristique *double*, puisque, outre la dérivée extrême $\frac{d^3z}{d\rho^3}$, elle fait disparaître les deux dérivées voisines $\frac{d^3z}{d\rho^2 dx}$ et $\frac{d^3z}{d\rho^2 dy}$.

» Si l'on fait

$$z = \rho + \varphi(x, y),$$

ce qui revient à chercher une surface S telle, qu'en la transportant parallèlement à elle-même suivant une direction fixe prise pour axe des z on engendre une famille de surfaces susceptibles de faire partie d'un système orthogonal, on aura $\frac{dz}{d\rho} = 1$, et l'équation (6) devient

$$[pqt - (1 + q^2)s]\frac{d^2 h^{-\frac{1}{2}}}{dx^2} + [(1 + q^2)r - (1 + p^2)t]\frac{d^2 h^{-\frac{1}{2}}}{dx\,dy} + [(1 + p^2)s - pqr)]\frac{d^2 h^{-\frac{1}{2}}}{dy^2} = 0,$$

équation à différences partielles du troisième ordre, qui ne contient plus la variable ρ et régit toutes les surfaces S, jouissant de la propriété demandée.

» Si, pour abréger, on écrit cette équation sous la forme

$$A\frac{d^2 h^{-\frac{1}{2}}}{dx^2} + B\frac{d^2 h^{-\frac{1}{2}}}{dx\,dy} + C\frac{d^2 h^{-\frac{1}{2}}}{dy^2} = 0,$$

son équation *caractéristique* sera, comme on le vérifie aisément :

$$Ap\left(\frac{dy}{dx}\right)^3 - (Aq + Bp)\left(\frac{dy}{dx}\right)^2 + (Bq + Cp)\frac{dy}{dx} - Cq = 0.$$

» Elle se décompose en les deux suivantes :

$$A\left(\frac{dy}{dx}\right)^2 - B\frac{dy}{dx} + C = 0,$$

$$p\frac{dy}{dx} - q = 0,$$

dont la première est l'équation des lignes de courbure, et la seconde représente les lignes de plus grande pente de la surface relativement au plan des xy, c'est-à-dire au plan perpendiculaire à la direction suivant laquelle on doit faire la translation de la surface invariable S, pour obtenir un système de surfaces susceptibles de faire partie d'un système orthogonal. »

ASTRONOMIE. — *Sur les étoiles filantes de décembre.* Note de M. F. **Tisserand**, présentée par M. Le Verrier.

« Dans la nuit du 10 au 11 décembre dernier, à l'Observatoire de Toulouse, nous avons constaté un maximum intéressant dans le nombre des étoiles filantes; ainsi, de $9^h 30^m$ à 10 heures, nous en avons compté 12; 13 de 10 heures à $10^h 30^m$, et 14 de $10^h 30^m$ à 11 heures. Ces étoiles étaient généralement très- faibles; de plus, le ciel était brumeux, de sorte que les observations étaient assez difficiles. Néanmoins, nous avons pu indiquer, sur une carte céleste, les trajectoires de 20 météores. Voici les ascensions droites et les déclinaisons des extrémités de la trajectoire visible :

Commencement.		Fin.	
Æ	D	Æ	D
99°,5	+ 29°,0	74°,0	+ 33°,0
91,5	+ 32,5	79,0	+ 28,0
89,0	+ 27,0	70,5	+ 19,0
92,5	+ 19,0	82,0	+ 9,0
72,5	+ 12,0	83,0	+ 19,0
88,0	+ 13,0	81,0	+ 7,0
96,0	+ 12,5	90,0	+ 2,0
112,0	+ 32,0	94,0	+ 29,0
109,0	+ 29,0	95,0	+ 27,0
110,5	+ 27,5	132,0	+ 36,0
121,0	+ 18,0	127,0	+ 8,0
119,0	+ 15,0	127,0	+ 4,0
95,0	+ 47,0	95,0	+ 58,0
237,0	+ 78,0	166,0	+ 77,5
103,0	+ 21,0	98,0	+ 12,0
82,0	— 2,0	77,0	— 8,0
69,0	— 2,5	62,5	— 10,0
51,0	0,0	38,0	— 8,0
85,0	— 14,0	81,0	— 21,0
103,0	+ 22,0	107,5	+ 17,0

» Nous avons représenté ces trajectoires sur une carte, qui résulte

de la perspective de la sphère céleste sur le plan tangent au zénith, à un moment donné, l'œil étant placé au centre de la sphère. On aperçoit aisément, à l'inspection de cette carte, que les étoiles divergent sensiblement d'un même point; nous avons trouvé, pour les coordonnées de ce point radiant,

$$\text{Æ} = 107^\circ, \qquad \text{D} = +28^\circ.$$

» Nous espérions obtenir une détermination plus précise le lendemain, mais le ciel est resté constamment couvert, depuis la matinée du 12 décembre.

» L'essaim d'étoiles filantes, dont il vient d'être question, a été remarqué pour la première fois en 1864; en 1865, A.-S. Herschel avait trouvé, pour les coordonnées du point radiant,

$$\text{Æ} = 105^\circ, \qquad \text{D} = +30^\circ. \text{ »}$$

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures. D.

ERRATA.

(Séance du 8 décembre 1873.)

Page 1367, ligne 18, *au lieu de*

$$(mx)_1 = \pi, \quad (mx)_2 = \pi, \ldots, \quad (mx)_k = \pi, \ldots,$$

lisez

$$(ml)_1 = \pi, \quad (ml)_2 = \pi, \ldots, \quad (ml)_k = k\pi, \ldots$$

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 22 DÉCEMBRE 1873.

PRÉSIDENCE DE M. DE QUATREFAGES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

FERMENTATIONS. — *Observations au sujet du procès-verbal de la dernière séance;* par M. L. PASTEUR.

« J'ai deux observations à faire au sujet du procès-verbal de la dernière séance : la première, c'est que M. Trécul a refusé d'emporter les vases que j'avais préparés d'après ses indications, mais en éloignant les causes d'erreur que, suivant moi, il n'a pas évitées et qui l'ont conduit à un résultat erroné; la seconde, c'est que je tiens à dire à l'Académie que, pour faire amende honorable de la vivacité avec laquelle j'ai répondu à un de nos confrères, j'ai supprimé, dans ma Note de lundi dernier, les expressions qui ont paru blessantes. Par respect pour l'Académie, j'aurais dû ne pas me montrer froissé d'une lecture dans laquelle, huit pages durant de nos *Comptes rendus*, sans la moindre provocation de ma part, M. Trécul avait porté sur l'exposition de mes recherches des appréciations soupçonneuses. Je plaide là les circonstances atténuantes de ma mauvaise humeur, mais les torts d'autrui n'autorisent pas à pécher soi-même.

» Par un respect encore plus grand pour la vérité, je maintiens de

nouveau avec force que mes travaux de ces dix-sept dernières années ont établi définitivement que jamais on n'a vu les matières albuminoïdes, naturelles ou cuites, donner naissance, par voie de génération spontanée ou autrement, à des ferments organisés, ou à des *Mycoderma*, ou à des moisissures; que ces matières se comportent seulement comme des aliments de ces petits êtres, et que ces derniers ne se développent à leur aide qu'autant que leurs germes, nés de parents semblables à eux, ont été apportés du dehors. »

Réponse de M. **A. Trécul** *à M.* Pasteur.

« M. Pasteur me reproche d'avoir refusé d'emporter ses flacons. Je n'ai point voulu prendre ces flacons, parce qu'ils ne sont pas préparés dans les conditions que j'ai signalées comme nécessaires, et parce que je ne veux pas entreprendre d'expériences avec des matériaux que je ne connais pas, c'est-à-dire avec du moût que je n'ai pas préparé moi-même, ni avec du *Penicillium* dont je ne connais pas l'âge. De plus, j'ai refusé l'appareil dans lequel M. Pasteur a produit le *Penicillium* employé par lui (ce que je regrette, car c'eût été une pièce convaincante), parce que notre confrère annonce des résultats que l'expérience qu'il a exposée n'a point pu lui donner. En effet, on lit à la page 1398 de ce volume :

« M. Pasteur décrit ensuite la méthode qu'il emploie pour démontrer le contraire de l'assertion de M. Trécul; toute la manipulation est faite à l'abri des poussières atmosphériques avec des spores de *Penicillium* qui a poussé dans l'air *pur*. »

» Nos confrères se rappelleront l'appareil que M. Pasteur a présenté et décrit à la séance du 15 décembre, et qu'il a figuré sur le tableau. Le ballon, surmonté d'un tube droit et d'un tube recourbé, et dans lequel le vide avait été fait par l'ébullition du liquide et ensuite fermé à la lampe et laissé refroidir, fut ensemencé par un afflux d'air ordinaire dans son intérieur, obtenu par la rupture de l'extrémité du tube droit, qui fut ensuite refermé. Avec cet air, a dit M. Pasteur, sont entrées quelques spores de *Penicillium*, peut-être une seule, a-t-il ajouté. Ce sont ces spores qui auraient produit le *Penicillium* dans son ballon à moitié rempli de moût de bière.

» On pourrait contester cette interprétation; mais, pour le moment, prenons les résultats comme l'auteur nous les a donnés; nous les discuterons dans une autre occasion. Constatons tout de suite que le *Penicillium* est né dans un ballon plein d'air ordinaire *et non dans l'air pur*. C'est avec

ce *Penicillium* que les flacons ont été ensemencés, et, pour eux comme pour le ballon, il n'a point été pris de précaution particulière; ils furent complétement remplis de moût de bière et fermés avec un liége. M. Pasteur déclare n'avoir point obtenu de levûre à l'intérieur de ces flacons.

» Voilà le fait dans toute sa nudité, tel qu'il a été exposé par M. Pasteur. Qu'il me soit permis d'en faire voir les conséquences en quelques mots. M. Pasteur, qui prétend toujours être clair, a dit seulement n'avoir pas obtenu les mêmes résultats que M. Trécul, c'est-à-dire pas de transformation des spores du *Penicillium* en levûre; mais il ne nous a pas dit si ses flacons contenaient ou non de l'alcool et de l'acide carbonique. S'ils n'en contenaient pas, son assertion du 7 octobre 1872, sur la végétation du *Penicillium* submergé, est en défaut (t. LXXV, p. 787); s'ils contenaient de l'alcool et de l'acide carbonique, comme il n'y avait pas de levûre dans ces flacons, il ne s'en était donc pas produit de spontanée, bien que les flacons eussent été ensemencés au contact de l'air avec du *Penicillium* venu dans un ballon plein d'air ordinaire; par conséquent l'assertion du 11 novembre 1872 et du 17 novembre 1873 (t. LXXV, p. 1168, et ce volume p. 1145) sur la naissance de la levûre spontanée dans de telles circonstances, n'est pas confirmée. En outre, si de l'alcool et de l'acide carbonique existaient réellement, comment M. Pasteur a-t-il pu s'assurer qu'aucune des spores qui ont grossi (elles ont grossi, car il y a eu des germinations) n'a formé de levûre véritable? On le voit, à quelque conclusion que M. Pasteur s'arrête, l'une ou l'autre de ses assertions est contredite.

» De plus, pour prévenir sans doute l'objection de la naissance du *Penicillium* dans son ballon, à l'aide des matières plasmatiques des particules organisées sèches qui existent dans l'air, M. Pasteur affirme, dans la Note qu'il vient de lire, que les matières albuminoïdes ne sont pas susceptibles de produire quoi que ce soit par hétérogénèse.

» Je me contenterai de lui opposer les expériences de MM. les professeurs Wyman, H. Hofmann et Charlton-Bastian.

» M. Wyman a vu que du bouillon de bœuf ou des parcelles de bœuf mises dans de l'eau sucrée, dans des vases fermés à la lampe, et soumis à une température de 100 degrés pendant une heure, une heure et demie et même deux heures, ont donné des bactéries, des vibrions et des monades au bout de deux à trois jours. De l'extrait de bœuf entièrement soluble dans l'eau, chauffé de même dans un bain-marie à 100 degrés, donna des

infusoires après une ébullition de quatre heures, etc. (*Sillimann's amer. journ.*, 1867, sept., p. 152 et suiv.).

» M. H. Hofmann (*Bot. Zeit.*, 1869, t. XXVII, p. 291, et *Ann. sc. nat.*, 5e série, t. XI, p. 47) dit que dans de l'eau miellée, tenue en ébullition pendant une demi-heure dans un ballon fermé par un tampon d'ouate, les bactéries étaient apparues en si grande quantité qu'elles y produisirent des nuages mucilagineux. Comme l'auteur est adversaire de la génération dite *spontanée*, il ajoute que l'ébullition n'avait pas été suffisante pour tuer les bactéries qui préexistaient. Mais on sait, par les expériences mêmes de M. Pasteur, et par celles de MM. Pouchet, Wyman et Charlton-Bastian, que quelques minutes d'une élévation de température à 55 ou 60 degrés suffisent. (M. Pasteur pense que cela n'a lieu qu'autant que le liquide est acide, et qu'il faut le porter à l'ébullition quand il est alcalin.)

» M. Charlton-Bastian a exécuté une longue série d'expériences, que je regrette de ne pouvoir analyser entièrement. Il a reconnu aussi que les cellules de levûre, les bactéries et les vibrions sont tués entre 55 et 60 degrés C., comme je viens de le dire; de plus, que certains liquides restent inféconds après une coction de 10 minutes ou moins à la température de 100 degrés; mais que d'autres liquides, tels que les infusions de foin et de navet, portés à l'ébullition dans un ballon que l'on ferme à la lampe quand tout l'air est expulsé, donnent des bactéries et des vibrions après deux, trois, quatre à treize jours (*The modes of origin of lowest organisms*. London et New-York, 1871).

» Pour terminer, j'allais citer une expérience curieuse de M. Pasteur, qui conduit, à mon avis, aux mêmes conclusions. M. le Président, l'heure pressant, m'engage à réserver ces détails pour une Communication ultérieure; ce que j'accepte volontiers. »

Réponse de M. **L. Pasteur** *à M.* Trécul.

« M. Trécul vient de dire qu'il n'avait pas voulu emporter *les flacons* que j'avais préparés, parce que ces flacons ne remplissaient pas les conditions voulues.

» M. Trécul a dit que ces flacons ne contenaient pas d'air. C'est une erreur. Si M. Trécul avait pris la peine de venir regarder les flacons déposés sur le bureau, il aurait vu qu'ils contenaient de l'air à l'origine,

et que la meilleure preuve en est que les spores semées avaient germé, qu'un *mycelium* était même visible, à l'œil nu, à travers les parois des flacons.

» M. Trécul reproche également au *ballon* contenant du *Penicillium pur*, fructifié, que j'avais apporté, de contenir des spores trop vieilles. C'est une erreur. Ce ballon avait été, comme les flacons dont je viens de parler, mis en expérience le mardi 16 décembre, le lendemain de la Communication de M. Trécul, c'est-à-dire depuis six jours seulement. Enfin rien de plus facile que de faire traverser le ballon par un courant d'air pur et de placer la moisissure en contact avec autant d'air qu'on peut le désirer.

» Les critiques de M. Trécul sont donc sans fondement. »

MAGNÉTISME. — *Sur la déperdition du magnétisme;* par M. **J. Jamin.**

« Coulomb a démontré qu'un aimant chauffé successivement à des températures croissantes ne garde après son refroidissement qu'une portion de moins en moins grande de son aimantation première. L'opinion générale est qu'à chaque température t, l'acier prend une aimantation déterminée de moins en moins grande quand t augmente et qu'il la garde en se refroidissant. Cela n'est pas exact, les phénomènes sont en réalité plus complexes et plus curieux, comme je vais l'expliquer.

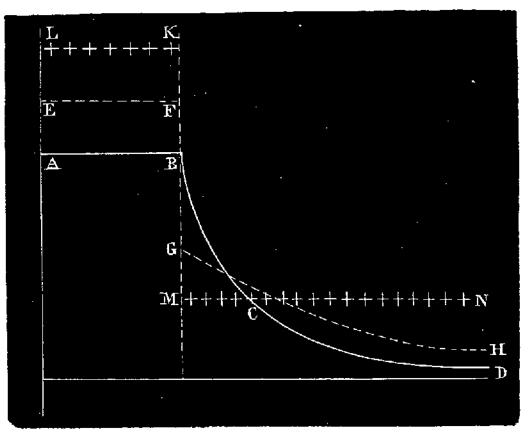
» Je prends un barreau préalablement trempé : formé d'un acier riche en carbone, je le fais revenir à l'étuve au milieu d'un bain de sable, jusqu'à lui donner la teinte bleue des ressorts; je l'introduis rapidement dans une bobine de fils électriques parcourus par un courant de 20 éléments, et, par des chalumeaux convenablement dirigés, j'empêche, ou, tout au moins, je ralentis le refroidissement de l'appareil. L'acier prend une aimantation totale un peu moindre que s'il était froid. Alors je romps le circuit, et je mesure tout aussitôt la force d'arrachement d'un contact d'épreuve placé à l'extrémité, c'est-à-dire l'aimantation rémanente.

» Non-seulement l'acier s'aimante à chaud dans ces circonstances; mais son aimantation rémanente est beaucoup plus considérable que celle qu'il sera capable de garder quand il sera refroidi, elle est égale à 109 grammes au lieu de 54 : il n'est donc pas exact de dire que la force coercitive ait diminué avec l'échauffement, c'est le contraire qui a lieu.

» Mais, si l'on recommence la mesure de la force d'arrachement de minute en minute, on reconnaît qu'elle décroît, d'abord très-rapidement, ensuite moins vite et qu'au bout d'un quart d'heure tout a disparu.

» Cela se voit non-seulement quand l'aimant est maintenu à sa température première, mais quand on le laisse se refroidir naturellement, ce qui se fait très-lentement, parce que la barre est polie, que son pouvoir émissif est faible et qu'elle est dans la bobine comme au milieu d'un matelas non conducteur. Il n'y a donc pas, pour chaque température, un état magnétique déterminé, décroissant quand l'échauffement augmente. On passe presque continûment de l'aimantation totale, figurée par AB, à l'aimantation rémanente représentée par BCD qui s'abaisse jusqu'à zéro quand le temps croît. Il y a une véritable déperdition magnétique qui est lente, qui ressemble à la perte de chaleur par le refroidissement, et qui peut être assez bien représentée par la loi de Newton $y = e^{-ax}$.

» Réchauffons maintenant la barre, mais à une température moindre, et recommençons l'aimantation initiale. Pendant que le courant passe, elle est figurée par EF, elle a augmenté; mais aussitôt qu'il cesse, elle baisse jusqu'à G; elle est moindre que précédemment; mais d'un autre côté elle s'affaiblit moins vite et ne se perd pas en totalité, il en reste après le refroidissement une partie d'autant plus grande que le réchauffement avait été moindre.



» Enfin, si l'on recommence l'épreuve sans chauffer la barre, elle a un magnétisme total maximum KL et un magnétisme rémanent MN, le plus petit possible, et qui ne varie pas sensiblement avec le temps. Les valeurs de l'aimantation rémanente sont inscrites dans le tableau suivant, pour l'acier E, après que la barre a été recuite, au bleu (n° 1), au jaune (n° 2) et maintenue à la température ordinaire (n° 3). L'acier E, qui donne des résultats plus saillants, avait été recuit au bleu. Refroidi et réaimanté, il donna une aimantation permanente égale à 54,0.

Durées.	Acier B d'Allevard. f n° 1.	f n° 2.	f n° 3.	Acier E. f
0.........	70,3	50,6	47,6	109,3
1.........	63,5	49,7	47,0	95,5
2.........	56,2	48,5	»	84,7
3.........	51,4	46,3	»	75,2
4.........	46,5	46,2	47,0	67,8
5.........	41,3	45,8	»	60,3
6.........	37,0	45,0	»	53,5
8.........	30,0	44,8	»	43,3
10.........	25,0	43,5	47,5	35,1
11.........	22,0	42,8	»	33,0
13.........	19,0	42,7	»	28,5
18.........	15,0	42,0	46,7	25,0
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
∞.........	0	40	46	0

» Pour que cette expérience réussisse, il ne faut pas que le recuit de la barre ait été poussé jusqu'à lui faire perdre toute force coercitive, c'est-à-dire jusqu'au rouge. Si cela avait lieu, la barre ne garderait de magnétisme ni à zéro ni à une température élevée, et la courbe précédente se confondrait avec l'axe des x.

» Dans ce cas, on obtiendrait néanmoins, à toute température, une aimantation totale. Le métal garderait la propriété magnétique sans avoir celle de conserver l'aimantation, mais il posséderait celle-là à un degré de moins en moins élevé, à des températures de plus en plus hautes. Il est probable qu'il la perdrait au rouge, comme l'a avancé Pouillet. On peut faire l'expérience en plaçant la barre très-chaude dans la bobine, en faisant passer un courant constant et en mesurant pendant le refroidissement l'aimantation totale. J'ai trouvé les résultats suivants, après un recuit au bleu d'une barre qui avait été préalablement chauffée au rouge.

Acier E d'Allevard (aimantation totale).

Durées.	f	Durées.	f	Durées.	f	Durées.	f	Durées.	f
0...	415	6...	462	12...	515	19...	540	35...	580
1...	423	7...	470	13...	510	21...	545	40...	590
2...	431	8...	475	14...	512	23...	561	50...	590
3...	440	9...	480	15...	520	25...	560		
4...	450	10...	490	16...	520	27...	568		
5...	456	11...	495	17...	530	30...	575		

CHIMIE. — *Recherches sur les composés oxygénés de l'azote; leur stabilité et leurs transformations réciproques;* par M. **Berthelot.**

« J'ai entrepris depuis deux ans une série d'expériences sur la chaleur de formation de tous les composés oxygénés de l'azote : ces expériences sont aujourd'hui complétement terminées, et j'en ferai prochainement connaître les résultats. Dans le cours de leur exécution, j'ai été conduit à étudier la formation et la décomposition des divers oxydes de l'azote, sujet dont quelques points n'avaient pas été repris depuis le temps de Gay-Lussac (1), de Dulong (2), de Dalton (3) et même de Priestley. J'ai eu occasion de reproduire également certaines des expériences classiques de notre confrère M. Peligot (4), sur les acides hypoazotique et azoteux. Je vais exposer celles de mes observations qui me semblent offrir quelque nouveauté.

» I. *Acide hypoazotique.* — 1. Examinons d'abord le degré de stabilité de l'acide hypoazotique. On le regarde avec raison comme le plus stable des oxydes de l'azote : en effet, chauffé dans un tube de verre scellé, vers 500 degrés, pendant une heure, il résiste sans donner le moindre indice de décomposition. Il n'exerce d'ailleurs aucune réaction, ni sur l'oxygène à froid, ni sur l'azote libre, au rouge sombre et dans les mêmes conditions.

» 2. Mais une série d'étincelles électriques le décompose dans un tube scellé à la lampe, rempli vers 30 degrés sous la pression atmosphérique; elle le réduit en ses éléments

$$AzO^4 = Az + O^4.$$

Au bout d'une heure, un quart était déjà détruit. Au bout de dix-huit heures, j'ai obtenu un mélange, probablement voisin de l'équilibre, qui renfermait en volume

$$Az = 28;\ O = 56;\ AzO^4 = 14.$$

» 3. La décomposition s'arrête à un certain terme, comme dans tous les cas où l'étincelle développe une action inverse. On sait en effet, depuis Cavendish, qu'elle détermine la combinaison de l'azote avec l'oxygène; mais cette combinaison, opérée entre les gaz secs, ne saurait fournir autre

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, t. I, p. 394; 1816.
(2) Même Recueil, t. II, p. 317; 1816.
(3) Même Recueil, t. VII, p. 36; 1817.
(4) Même Recueil, 3e série, t. II, p. 58; 1841.

chose que de l'acide hypoazotique, attendu qu'il subsiste toujours de l'oxygène libre, ainsi que je vais le montrer. En opérant sur l'air atmosphérique, j'ai trouvé qu'au bout d'une heure, 7,5 centièmes, c'est-à-dire un treizième du volume, avaient donné de l'acide hypoazotique; dix-huit heures d'électrisation n'ont pas modifié sensiblement ce rapport.

» Mais je ne veux pas insister sur la valeur numérique de ces limites, dont la mesure exacte réclamerait des expériences plus nombreuses et faites dans des conditions plus variées, comme énergie électrique, comme pression et comme proportions relatives des gaz. Le seul fait que je veuille mettre en lumière, c'est l'existence même des limites, conséquence nécessaire des deux réactions antagonistes.

» II. *Acide azoteux.* — 1. Peu de réactions ont été plus étudiées que celle du bioxyde d'azote sur l'oxygène, en présence de l'eau. Aux débuts de la chimie pneumatique, on espérait y trouver un procédé sûr et facile pour mesurer la pureté de l'air par son analyse (*eudiométrie*); mais on reconnut bientôt que les rapports entre les volumes des gaz absorbés peuvent varier extrêmement, de 3 : 4 jusqu'à 3 : 12, par exemple, suivant qu'il se forme d'abord de l'acide azotique ou de l'acide azoteux; la solution aqueuse de ce dernier absorbe d'ailleurs assez vite l'oxygène, en devenant de l'acide azotique.

» 2. Cependant la réaction effective passe toujours par un premier terme défini, l'acide azoteux, comme je vais l'établir,

$$AzO^2 + O = AzO^3.$$

» Gay-Lussac avait déjà observé que l'oxygène et l'azote, mêlés en volumes dans le rapport de 1 : 4, en présence d'une solution concentrée de potasse, fournissent seulement un azotite. J'ai reconnu qu'il en est de même *quelles que soient les proportions relatives des deux gaz et l'ordre du mélange*, en présence des solutions alcalines concentrées et même de l'eau de baryte, pourvu que la vapeur nitreuse qui apparaît un moment dans le mélange soit aussitôt absorbée à l'aide de l'agitation dans des tubes suffisamment larges. Non-seulement les rapports de volume des gaz disparus établissent ce fait, mais les analyses faites sur plusieurs grammes de matière ont montré que la proportion d'acide azoteux formé répond à 96 ou 98 pour 100 du bioxyde employé, dans les expériences bien conduites.

» 3. Si la réaction a lieu sans absorber à mesure l'acide azoteux, l'acide hypoazotique y apparaît bientôt, et l'analyse indique alors, dans tous les

cas où l'oxygène fait défaut, un mélange des trois gaz : AzO^2, AzO^3, AzO^4, quel que soit l'excès relatif du bioxyde d'azote; c'est-à-dire que l'acide azoteux ne subsiste quelque temps, sous forme gazeuse, qu'en présence des produits de sa décomposition. C'est ce mélange complexe et variable avec les circonstances qui constitue le corps appelé *vapeur nitreuse*, toutes les fois que l'oxygène n'est pas prépondérant. La même remarque s'applique d'ailleurs à l'acide liquide; l'acide azoteux le plus pur qui ait été obtenu (Fritzsche; Hazenbach) contenait environ un huitième d'acide hypoazotique, d'après les analyses. M. Peligot avait depuis longtemps insisté sur cette circonstance.

» 4. En présence d'un excès d'oxygène, il se forme ou plutôt il subsiste uniquement de l'acide hypoazotique, comme on le sait par les travaux de Gay-Lussac, de Dulong et de M. Peligot, qui a obtenu par cette voie l'acide cristallisé. Je n'ai pas à revenir sur ce point, si ce n'est pour observer que l'acide azoteux, étant le produit initial de la réaction, même en présence d'un excès d'oxygène, nous sommes forcés d'admettre que c'est l'acide azoteux qui s'unit ensuite avec un second équivalent d'oxygène

$$AzO^3 + O = AzO^4.$$

dans un mélange gazeux sec, aussi bien qu'en présence de l'eau. La formation des deux oxydes se succède presque immédiatement. En admettant, d'après les analogies, et conformément à une densité gazeuse approximative donnée par M. Hasenbach, que la formule de l'acide azoteux, AzO^3, représente 2 volumes, la seconde réaction offrirait ce caractère remarquable, et jusqu'ici unique dans l'étude des actions directes, d'une *combinaison gazeuse réelle effectuée avec dilatation :* 3 volumes des gaz composants fournissant 4 volumes.

» Il en serait de même de la métamorphose du protoxyde d'azote en bioxyde :

$$AzO + O = AzO^2,$$

si elle pouvait avoir lieu. A la vérité, cette réaction ne s'effectue pas directement; mais j'établirai tout à l'heure l'existence réelle de la décomposition inverse, laquelle offre une anomalie du même ordre et corrélative, à savoir une *décomposition gazeuse simple, effectuée avec contraction :* 4 volumes se changeant en 3 volumes. Cette dernière relation est plus nette, sinon en principe du moins en fait, que la première, attendu qu'elle a lieu entre trois gaz dont la densité est parfaitement connue.

» III. *Protoxyde d'azote.* — 1. On enseigne depuis Priestley que le prot-

oxyde d'azote est décomposé par la chaleur rouge en azote et oxygène. J'ai cherché vers quelle température commence cette décomposition et si le bioxyde d'azote apparaît parmi ses produits. Le protoxyde résiste à l'action d'une chaleur modérée, mieux qu'on ne le supposait en général, depuis que MM. Favre et Silbermann nous ont appris que ce gaz est formé avec absorption de chaleur. En le chauffant au rouge sombre vers 520 degrés, pendant une demi-heure, dans un tube de verre de Bohême scellé à la lampe, c'est à peine si 1,5 centième se trouve décomposé en azote et oxygène, sans oxyde supérieur.

» 2. La compression brusque du protoxyde d'azote, dans un système analogue au briquet à gaz et avec des conditions capables de faire détoner un mélange d'hydrogène et d'oxygène, ne détermine également que des traces de décomposition.

» 3. J'ajouterai encore que le protoxyde d'azote, mêlé d'oxygène et chauffé au rouge sombre dans un tube scellé, ne fournit pas de bioxyde d'azote ni de vapeur nitreuse.

» 4. Rappelons enfin, pour achever d'en définir la stabilité, que le protoxyde d'azote n'exerce d'action oxydante à froid sur aucun corps connu; et qu'il n'est absorbé ou décomposé par la potasse aqueuse ou alcoolique à aucune température, susceptible d'être atteinte dans un tube de verre scellé, même avec le concours du temps (1). Si j'insiste sur ces circonstances, c'est pour les opposer aux propriétés du bioxyde d'azote.

» 5. J'ai aussi examiné l'action de l'étincelle électrique sur le protoxyde d'azote, principalement pour en étudier les premières phases; car les produits généraux ont été déjà signalés par Priestley, par M. Grove, par MM. Andrews et Tait, ainsi que par MM. Buff et Hofmann. J'opérais dans un tube scellé à la lampe, afin d'éviter toute action secondaire de l'eau ou du mercure. La décomposition s'opère rapidement et la vapeur nitreuse apparaît aussitôt. Au bout d'une minute et avec de faibles étincelles (appareil de Ruhmkorff, mû par 2 éléments Bunsen), un tiers du gaz était décomposé. La partie décomposée s'était partagée en proportion à peu près égale entre les deux actions suivantes :

$$\left\{\begin{array}{l} \mathrm{Az\,O} = \mathrm{Az} + \mathrm{O} \\ 4\,\mathrm{Az\,O} = \mathrm{Az\,O^4} + 3\,\mathrm{Az}. \end{array}\right.$$

» La première action peut être regardée comme due surtout à l'action de

(1) *Bulletin de la Société philomathique* pour 1857, p. 121.

la chaleur de l'étincelle, tandis que dans la seconde action la chaleur et l'électricité concourent.

» Au bout de trois minutes avec des étincelles plus fortes (6 éléments Bunsen), près des trois quarts du gaz étaient déjà décomposés, toujours de la même manière, la seconde réaction l'emportant un peu sur la première.

» On voit par là que le bioxyde d'azote n'apparaît point et ne saurait apparaître dans la décomposition électrique du protoxyde, puisque celle-ci donne toujours lieu à un excès d'oxygène libre. La proportion d'acide hypoazotique formé représentait à peu près le septième du volume final, proportion qui ne doit pas être très-éloignée de celle qui répondrait à l'équilibre définitif produit par l'étincelle, d'après les expériences exposées plus loin. C'est un nouvel argument pour attribuer principalement à l'électricité la formation de l'acide hypoazotique, aux dépens du protoxyde d'azote.

» IV. *Bioxyde d'azote.* — 1. Le bioxyde d'azote est réputé l'un des gaz les plus stables de la Chimie; cependant on enseigne que l'étincelle (Priestley), ou l'action de la chaleur rouge (Gay-Lussac), le décomposent lentement en azote et acide hypoazotique. En présence du mercure ou du fer, il ne reste que de l'azote (Buff et Hofmann, 1860).

» 2. Voici ce que j'ai observé. Le bioxyde d'azote (1), renfermé dans un tube de verre scellé et chauffé au rouge sombre, vers 520 degrés, éprouve un commencement de décomposition. Au bout d'une demi-heure, le volume de bioxyde décomposé s'élevait à près du quart du volume initial. La partie détruite s'était partagée dans ses éléments, d'après les deux réactions suivantes :

$$AzO^2 = Az + O^2, \quad \text{puis} \quad O^2 + AzO^2 = AzO^4, \quad \text{soit} \quad 2AzO^2 = Az + AzO^4;$$
$$AzO^2 = AzO + O, \quad \text{puis} \quad O + AzO^2 = AzO^3, \quad \text{soit} \quad 2AzO^2 = AzO + AzO^3.$$

La formation du protoxyde d'azote était prédominante. Une autre expérience, prolongée pendant six heures dans les mêmes conditions, a fourni sensiblement les mêmes résultats : la proportion de bioxyde détruit était la même, et celle du protoxyde d'azote un peu moindre, mais toujours très-considérable. La presque identité de ces deux décompositions, malgré

(1) J'ai préparé ce gaz par la réaction ménagée de l'acide azotique sur une solution bouillante de sulfate ferreux; c'est la seule réaction qui le fournisse tout à fait pur. L'emploi du cuivre et de l'acide azotique, même très-étendu et froid, donne toujours du protoxyde, dont la proportion, variable avec la période de la réaction, peut s'élever à plus d'un dixième du volume du gaz qui se dégage.

leur durée si différente, mérite attention; elle tendrait à montrer que la décomposition d'un corps par la chaleur peut s'arrêter à une certaine limite, en présence des produits qu'elle fournit, et même alors que ces produits n'ont aucune tendance à se combiner pour régénérer le composé primitif; en d'autres termes, nous aurions affaire à une décomposition limitée et non réversible (1). Mais ce point important réclame une étude plus approfondie avant d'être regardé comme définitivement acquis.

» 3. L'action de l'étincelle électrique confirme et étend ces résultats. Elle commence à s'exercer avec une extrême promptitude et présente divers termes successifs, très-dignes d'intérêt. J'ai opéré sur le gaz enfermé dans des tubes scellés et avec des étincelles assez faibles (2 éléments).

» Au bout d'une minute, un sixième du gaz est déjà détruit; la proportion en serait certainement plus forte, si les électrodes de platine étaient situés au centre de la masse, au lieu de se trouver à une extrémité, ce qui ralentit le mélange des gaz. Un tiers environ du produit détruit a formé du protoxyde d'azote

$$2\,AzO^2 = AzO + AzO^3,$$

les deux autres tiers produisant de l'azote et de l'acide hypoazotique

$$2\,AzO^2 = Az + AzO^4.$$

Au bout de cinq minutes, les trois quarts du bioxyde d'azote étaient détruits, avec formation de protoxyde d'azote et d'acides azoteux et hypoazotique. Le rapport entre le protoxyde d'azote et l'azote, c'est-à-dire entre les deux modes de décomposition, était à peu près le même que plus haut.

» Il y a lieu ici de distinguer encore l'action calorifique de l'étincelle, laquelle donne lieu à la formation du protoxyde (corps que l'étincelle n'engendre point en agissant sur les éléments) ainsi qu'à une portion de celle de l'azote libre, et l'action propre de l'électricité, qui tend à faire prédominer l'acide hypoazotique, comme le montre une expérience de plus longue durée.

» En effet, le flux d'étincelles, prolongé pendant une heure, ne laisse plus subsister qu'un mélange de bioxyde d'azote non décomposé (13 centièmes du volume initial), de vapeur nitreuse (plus de 40 centièmes) et d'azote; je n'ai pu y découvrir de protoxyde d'azote en proportion sensible. Ce gaz disparaît donc avant le bioxyde, sans doute sous l'influence de la haute température de l'étincelle. Ce fait, opposé en apparence

(1) Voir *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XVIII, p. 141 et 128.

avec la transformation initiale d'une partie du bioxyde en protoxyde, semble indiquer que le bioxyde commence à se décomposer à une température plus basse que le protoxyde et qu'il subsiste cependant, en partie, plus longtemps ou à une température plus haute, en présence des produits de sa décomposition.

» Pourtant l'action plus prolongée encore de l'électricité finit par le faire disparaître à son tour, en même temps que diminue le volume de la vapeur nitreuse produite dans la première période. Au bout de dix-huit heures d'électrisation, je n'ai plus trouvé que 12 centièmes de vapeur nitreuse, formée cette fois uniquement par l'acide hypoazotique. Le mélange gazeux renfermait $Az = 44$, $O = 37$, $AzO^4 = 13$ pour 100 volumes du gaz primitif.

» En raison de la durée de la réaction et de l'influence antagoniste qui tend à former l'acide hypoazotique dans un mélange d'azote et d'oxygène purs traversés par l'étincelle, le système ci-dessus doit être regardé comme voisin d'un état d'équilibre.

» Mais revenons au bioxyde. En somme, ce composé est moins stable dans les conditions ordinaires que le protoxyde, puisqu'il l'engendre d'abord en se décomposant sous l'influence de la chaleur ou de l'étincelle.

» Ici se présente une contradiction apparente entre les propriétés connues des deux gaz. Pourquoi le charbon, le soufre, le phosphore continuent-ils à brûler plus facilement dans le protoxyde que dans le bioxyde d'azote, circonstance qui a fait croire jusqu'ici à une stabilité plus grande du dernier gaz? L'explication est, je crois, la suivante : d'une part, le bioxyde ne renferme pas plus d'oxygène à volume égal que le protoxyde, et, d'autre part, cet oxygène ne devient réellement disponible en totalité pour les combustions qu'à une température beaucoup plus haute, le bioxyde se changeant d'abord en grande partie en acide hypoazotique, corps réellement plus stable que le protoxyde d'azote. L'énergie comburante du bioxyde à la température du rouge naissant devra donc être moindre que celle du protoxyde, qui se détruit immédiatement en azote et oxygène libre.

» 4. Le défaut de stabilité de bioxyde se manifeste également dans un grand nombre de réactions lentes opérées sur le gaz pur à la température ordinaire, soit qu'il se résolve en azotite et protoxyde sous l'influence de la potasse (Gay-Lussac), soit qu'il oxyde, à froid et peu à peu, divers corps minéraux (d'après les anciens observateurs) ou organiques (1), avec mise

(1) *Chimie organique fondée sur la synthèse*, t. II, p. 485.

en liberté, tantôt de tout son azote ($Az + O^2$), tantôt de la moitié ($Az + AzO^4$), tantôt de protoxyde d'azote et même d'ammoniaque. La même cause engendre du protoxyde d'azote, de l'azote et même de l'ammoniaque dans la plupart des réactions où un corps oxydable tend à ramener l'acide azotique à l'état de bioxyde d'azote. Aussi ce dernier gaz, préparé par la réaction des métaux sur l'acide azotique étendu, est-il rarement pur.

» 5. Une semblable aptitude à des décompositions lentes et multiples est le caractère des composés peu stables et formés avec absorption de chaleur. Je montrerai bientôt que le bioxyde d'azote est comparable sous ce rapport au cyanogène et à l'acétylène; tous ces corps composés offrent une aptitude à entrer en réaction, une sorte de plasticité chimique bien supérieure à celle de leurs éléments et comparable à celle des radicaux les plus actifs : ce que j'explique par l'excès d'énergie emmagasinée dans l'acte de leur synthèse.

» En effet, l'énergie potentielle des éléments diminue, en général, dans l'acte de la combinaison; tandis qu'elle se trouve, au contraire, accrue pendant la formation de l'acétylène, du cyanogène et du bioxyde d'azote. Or, un tel accroissement est évidemment corrélatif avec l'aptitude que ces corps, véritables radicaux composés, possèdent pour contracter directement de nouvelles combinaisons avec les éléments.

» Le mécanisme qui préside à la formation synthétique de ces radicaux composés n'est pas moins digne d'attention : c'est, en effet, sous l'influence de l'électricité que l'on obtient la réunion directe, quoique toujours endothermique, des éléments qui engendrent soit l'acétylène lui-même, soit la combinaison hydrogénée du cyanogène, soit la combinaison suroxydée du bioxyde d'azote. »

VITICULTURE. — *Sur les résultats des expériences faites par la Commission de la maladie de la vigne du département de l'Hérault.* Note de M. H. **Marès.**

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie la brochure que vient de publier la Commission départementale de la maladie de la vigne du département de l'Hérault, afin de faire connaître les résultats qu'elle a obtenus jusqu'à présent, de l'essai des nombreux procédés proposés pour concourir au prix de 20 000 francs, institué par le Ministère de l'Agriculture, en faveur de celui qui aura découvert, pour combattre la maladie caractérisée par le Phylloxera, un moyen pratique, efficace et applicable à la majorité des vignobles.

» Ces essais, commencés en avril et mai 1872, à Villeneuve-lès-Maguelonne, sur une vigne trop gravement attaquée, ne datent réellement que du 6 juillet 1872, époque à laquelle ils furent établis dans une vigne du domaine de las Sorrès, dans le voisinage immédiat de la ville de Montpellier. Cette vigne, déjà fort malade en 1872 (puisque son produit est descendu de 175 hectolitres en 1870 et 1871, à 33 hectolitres en 1872), a été le siége principal des observations consignées dans le travail qui fait le sujet de cette Note.

» Cent quarante expériences différentes ont été faites par les soins de la Commission. Au point de vue pratique, elles représentent l'ensemble de recherches le plus considérable et le plus varié qui ait encore été fait sur la maladie de la vigne et sur les moyens de combattre le Phylloxera.

» Deux hommes de talent, MM. Jeannenot et Durand, l'un et l'autre professeurs à l'École régionale d'Agriculture de Montpellier, et adjoints à la Commission par le Ministère de l'Agriculture, ont organisé l'application des procédés à essayer avec un soin minutieux. Ils ont apporté à ces travaux longs et difficiles un zèle qui ne s'est jamais ralenti, et qui doit leur mériter la reconnaissance des viticulteurs. C'est aux bonnes dispositions qui ont été adoptées par eux, autant qu'à une observation persévérante, que nous devons une méthode d'appréciation qui a permis, dans la limite de ce qui est possible, de classer les résultats obtenus et d'en tirer des conclusions.

» M. Sahnt, l'un des trois membres de la Commission de la Société d'Agriculture de l'Hérault, qui, en 1868, découvrit le Phylloxera dans les vignes du territoire de Saint-Rémy, a bien voulu s'occuper spécialement, de concert avec MM. Jeannenot et Durand, du soin de comparer les ceps en expérience, et de leur assigner un coefficient. Grâce à ce concours d'hommes habiles et dévoués, la Commission a pu mener à bien, jusqu'à présent, le grand travail que le Ministère de l'Agriculture lui a confié.

» Si la question de la maladie de la vigne n'est pas encore résolue, et si les expériences continuent à las Sorrès, on est cependant en possession d'un ensemble de faits, dans lesquels la théorie et la pratique pourront puiser d'utiles indications. Les résultats mentionnés pour chaque procédé n'ont rien d'absolu ; on doit les rapporter aux conditions de sol et de climat dans lesquelles ils ont été obtenus, c'est-à-dire à un sol argilo-calcaire profond et perméable, entouré de deux ruisseaux et infiltré après les grandes pluies ; et à une année caractérisée par un hiver peu humide, si doux qu'il n'a pas gelé une seule fois pendant sa durée ; par un printemps

sec et froid, signalé par des gelées d'avril désastreuses; par un été et un automne dont les chaleurs excessives ont été accompagnées de très-fortes sécheresses. D'autres conditions climatériques, un autre sol, peuvent changer et modifier quelques-uns des résultats observés à las Sorrès; mais, dans leur ensemble, ils ont une signification qui n'échappera à personne.

» La majeure partie des expériences n'est que l'application des procédés proposés par les concurrents à mesure que la Commission en a eu connaissance. Il ne faut donc pas chercher dans leur ensemble une méthode d'investigation guidée par une théorie. Sauf les essais faits par la Commission sur quelques insecticides en 1872 et en 1873, et sur quelques engrais en 1873, aucune idée préconçue ne relie la série d'expériences dont les vignes de las Sorrès a été le sujet.

» Cette particularité a ses inconvénients, en ce sens que certains agents importants ont été oubliés ou mal essayés; mais, d'un autre côté, comme elle présente pêle-mêle les applications les plus disparates, elle permet de mieux juger, lorsque les résultats s'accusent toujours dans la même direction, la voie dans laquelle il faut s'engager pour obtenir pratiquement les résultats les plus utiles.

» Sous ce rapport, les expériences sont concluantes. Déjà, à la fin de 1872, la Commission avait pu constater, soit à Villeneuve, soit à las Sorrès, que « sous l'influence des sels à base de potasse, ainsi que sous » celle de fortes fumures, la vigne malade reprend de la vigueur, mais sans que pour cela le Phylloxera soit détruit ». Elle signalait comme ayant donné quelques résultats le sulfure de potassium dissous dans du purin, le sulfure de potassium dissous dans l'eau, le savon noir dissous dans l'eau, le purin, le fumier de ferme, les cendres, le sel ammoniac en solution aqueuse. D'un autre côté, les agents exclusivement insecticides n'avaient donné aucun résultat favorable.

» En 1873, les expériences, continuées sur les mêmes carrés par de nouvelles applications de matières, faites, pour la plupart, pendant les mois de février et mars, se sont caractérisées dans le même sens avec une telle évidence, qu'on ne saurait aujourd'hui méconnaître leur signification. Nous les trouvons résumées non-seulement dans les conclusions générales adoptées par tous les membres de la Commission, à savoir « que » les fumiers et les engrais, surtout ceux riches en potasse et en matières » azotées, produisent quelques bons effets sur les vignes malades »; mais surtout dans les tableaux qui reproduisent le résultat général des expériences, ainsi que l'état comparatif de la végétation des ceps traités.

» Trente-quatre procédés ont produit une amélioration appréciable sur la vigne, et ils contiennent *tous* des engrais ou des agents considérés comme engrais.

» Au premier rang sont le sulfure de potassium, dissous dans du purin ou dans des urines; le mélange de sels alcalins sulfatisés des salines du Midi, avec du sulfate de fer et des tourteaux de colza; le sulfure de potassium en pains ou un solution aqueuse; la suie, le savon de potasse, le mélange de fumier, de cendres, de sel ammoniac; les urines, les tourteaux, etc.

» Neuf procédés ont donné des résultats nuisibles à la vigne. Dans ce cas, les agents employés sont l'essence de térébenthine, le pétrole, les huiles lourdes du goudron de gaz, le sulfure de carbone, l'acide phénique concentré.

» Les insecticides, commme le goudron de gaz, l'huile de carde, l'acide phénique, ajoutés aux urines ou aux purins, n'ont pas augmenté leurs bons effets.

» Les poisons, tels que les composés d'arsenic, à l'état de sulfure, et d'acide arsénieux, n'ont donné aucun résultat. Le Phylloxera s'est maintenu dans tous les carrés expérimentés, malgré l'emploi des insecticides les plus violents. Leur application a donc échoué jusqu'à présent, tandis que l'emploi des engrais riches en sels de potasse et en matières azotées a donné de bons résultats (1).

» Tel est le résultat général. A mon sens, il prouve d'abord la nécessité de l'engrais pour combattre la maladie caractérisée par le Phylloxera, c'est-à-dire des agents dont se nourrit la vigne et qui sont particulièrement absorbés par elle.

» Le maximum d'effet est atteint, lorsque les sels de potasse et les matières riches en azote sont déposés ensemble au pied de la vigne, comme on le voit pour le mélange de sulfure de potassium et d'urine, pour celui de sels alcalins sulfatisés et de tourteaux de colza. De ces résultats, ne pourrait-on pas déduire le succès, à peu près certain, d'un mélange de sel potassique et de guano, ou de matières très-azotées facilement décomposables?

» Ajoutons que, si les matières potassiques et azotées sont, dans la plupart des sols où la vigne est cultivée, les substances qui agissent sur elle

---

(1) Tous les sels de potasse essayés ont donné des résultats favorables; par exemple, le manganate de potasse, qui figure dans les essais, en même temps que les sulfures, les sulfates, les chlorures potassiques.

avec le plus d'énergie lorsqu'elle est attaquée de Phylloxera, cette action paraît encore plus spéciale quand elles sont à l'état de sulfure.

» Si les insecticides, qui forment la majeure partie des cent quarante procédés appliqués à las Sorrès, ont donné des résultats nuls ou nuisibles, c'est que, jusqu'à présent, aucun d'eux n'a pu être mis en usage, de manière à détruire entièrement le Phylloxera, sans nuire à la vigne. Pour en obtenir d'utiles résultats, il me paraît nécessaire de leur donner une action durable et de les constituer eux-mêmes à l'état d'engrais (par exemple le savon de potasse), afin d'aider à la reconstitution des racines, en même temps qu'à l'alimentation de la plante.

» C'est pour cette raison que, tout en constatant les mauvais résultats des moyens inclusivement insecticides, j'insisterai, comme dans mes précédentes Communications, pour qu'on ne les abandonne pas et pour qu'ils restent à l'étude, en même temps que les moyens culturaux et de concert avec eux.

» Un fait très-remarquable, c'est que, malgré les intempéries de l'année 1873, et malgré l'énorme multiplication du Phylloxera qui en a été la conséquence, les procédés dont l'application a donné des résultats utiles en 1872 ont continué à les produire encore à la seconde année de leur emploi : aussi, à la fin de 1873, les ceps sur lesquels ils ont été expérimentés sont-ils plus vigoureux qu'à la fin de 1872. Ainsi, sous l'influence du sulfure de potassium et du purin, les ceps se sont renforcés ; ils ont refait de nouvelles racines, poussé de gros sarments et bien mûri leurs fruits ; ils se rapprochent progressivement d'un état normal, tandis qu'autour d'eux ceux qui n'ont pas été traités s'affaiblissent de plus en plus et paraissent devoir périr. N'est-il pas permis de croire que l'emploi préventif des mêmes moyens donnera d'utiles résultats? car il est plus facile de conserver en bonne végétation un cep encore intact que lorsqu'il a perdu une grande partie de ses racines.

» De pareils faits autorisent à croire que l'emploi judicieux des engrais, aidés par les agents les plus propres à développer leur action, permettra, sinon d'empêcher, au moins de diminuer les ravages du Phylloxera et de prolonger utilement la durée des vignes attaquées. On pourra, en même temps, poursuivre l'insecte par les moyens les plus pratiques qui restent encore à l'étude, et former alors une méthode complète de préservation et de guérison ; aujourd'hui le premier pas est fait, ainsi que le démontrent les expériences faites à las Sorrès.

» Pour le moment, c'est aux engrais et aux meilleurs procédés cultu-

raux, dont les bons effets sont manifestes, que recourent les praticiens, quelles que soient d'ailleurs leurs idées théoriques. Aussi voit-on les partisans les plus déclarés des insecticides les abandonner dans la pratique et suivre l'exemple général, en couvrant leurs vignes de sels potassiques, de tourteaux de graines oléagineuses et d'engrais de toutes sortes. Si les vignes périssent, le sol profitera toujours des matières fertilisantes qu'il aura reçues. »

PALÉONTOLOGIE. — *Squelette de grand Paléothérium* (Palæotherium magnum, *Cuv.*) *trouvé dans les plâtrières de Vitry-sur-Seine.* Note de M. **P. Gervais**.

« On ne connaissait encore d'autre pièce pouvant donner une idée des proportions du corps des Paléothériums et indiquer quelles étaient les allures de ces animaux, qu'un squelette de *Palæotherium minus,* Cuv., ayant conservé la région occipitale du crâne, le cou et une portion du tronc, mais manquant du train de derrière, et dont les membres étaient fort incomplets. Nous serons désormais mieux renseignés au sujet de ces Mammifères, grâce à la découverte qu'a faite M. Fuchs, ingénieur civil, propriétaire de la carrière Michel, située entre Vitry-sur-Seine et Choisy-le-Roi, du squelette, à peu de chose près complet, d'un Pachyderme de ce genre appartenant à l'espèce du *P. magnum.*

» Cuvier avait conclu de la forme du *P. minus,* espèce à peu près égale par la taille à un agneau, à celle du *P. magnum*, dont il ne possédait que des parties séparées, et il disait du second de ces Paléothériums qu'il devait avoir $4\frac{1}{2}$ pieds de hauteur au garrot, qu'il était moins élevé qu'un grand Cheval, mais plus trapu; que sa tête était plus massive, et qu'il avait les extrémités plus grosses et plus courtes. Cuvier avait d'ailleurs démontré que les Paléothériums se distinguent des Chevaux, parce qu'ils ont trois doigts à chaque pied au lieu d'un seul, et que leurs dents sont différentes, par les détails de leur forme aussi bien que par leur disposition, de celles des Chevaux, des Tapirs et des Rhinocéros.

» Le squelette trouvé par M. Fuchs dans la carrière qu'il exploite, et dont il a bien voulu, sur ma demande, faire don au Muséum, apporte une confirmation rigoureuse de ces caractères, et il montre, en outre, que le *P. magnum,* malgré l'élévation considérable de sa taille, différait moins du *P. minus,* dans son aspect général, qu'on ne serait d'abord porté à le supposer.

» Tout en ayant la tête fort grosse ($0^m,50$ de longueur), il avait, comme

son congénère de petite dimension, le cou plus allongé que ne l'ont, en général, les Jumentés, soit vivants, soit fossiles, et, quoique ses pieds aient été moins fins que ceux de l'espèce dont Cuvier s'était servi pour en établir la restauration, ce devait être aussi un animal assez agile. En somme, il était moins trapu que ne le sont les Rhinocéros et les Tapirs.

» L'exemplaire entier qui vient de prendre place dans nos collections, déjà riches des matériaux relatifs au même genre d'animaux qui ont été décrits par Cuvier et, après lui, par de Blainville ainsi que par plusieurs autres observateurs, paraît avoir flotté pendant quelque temps après sa mort dans les eaux qui ont déposé les masses gypseuses constituant les carrières de Villejuif et de Vitry, et, lorsqu'il est descendu au fond, il y est resté couché sur le flanc, la tête rejetée en arrière et les quatre membres étendus. Il a été fossilisé dans cette position, dans la couche mince de marne située à 2 mètres environ au-dessus de la masse épaisse de même substance qui sépare les deux parties du gypse exploité dans la carrière Michel, et il a été mis à nu au plafond de l'*atelier* inférieur, par suite des extractions de pierre à plâtre opérées dans cet atelier.

» Son enlèvement était chose difficile, eu égard aux dimensions du bloc gypso-marneux dans lequel il a été saisi, et son éloignement des points d'entrée et de sortie de la carrière en rendait le transport à la fois périlleux et pénible. En effet, il a fallu, pour le conserver intact, détacher une masse de la roche n'ayant pas moins de $2^{m},45$ sur $1^{m},80$, avec une épaisseur de $0^{m},25$.

» Dans la crainte de quelque accident et pour assurer le souvenir d'une observation aussi intéressante pour la science, j'ai pensé qu'il était convenable, avant de procéder aux travaux de l'extraction, de la sortie et du transport à destination d'un objet aussi volumineux et aussi pesant, d'en faire exécuter une photographie sur place, en recourant à la lumière électrique, moyen qui pouvait seul être employé dans l'endroit obscur où nous opérions. MM. Serrin, Favre et Molteni, dont l'habileté dans ce genre de travaux est bien connue, se sont chargés de ce soin et ils ont parfaitement réussi.

» Actuellement le remarquable fossile dont il s'agit est installé dans la galerie d'Anatomie comparée, et il y a été transporté sans avoir subi aucune dégradation, résultat que je n'aurais certainement pas obtenu sans l'utile concours de M. Fuchs et des ouvriers qu'il a bien voulu mettre à ma disposition.

» Quoique comprimé par la roche qui le renferme et endommagé sur

différents points lorsqu'on en a fait la découverte, le squelette trouvé à Vitry se voit presque dans son intégrité à la surface de la dalle dans laquelle il est engagé comme un bas-relief qu'on aurait sculpté sur cette dalle. Pour que l'on en comprenne mieux les particularités anatomiques, il a été placé verticalement et non suivant la position horizontale qu'il occupait dans la carrière dont on l'a retiré. De la sorte, il semble avoir repris les allures de la course, et l'on peut en dire, comme le disait déjà Cuvier lorsqu'il comparait au *Palæotherium minus* les parties isolées du *P. magnum* qu'il avait pu étudier, « qu'il n'est rien de plus aisé que de se le représenter dans » l'état de vie. »

» Je ne dois pas terminer cette Note sans remercier publiquement M. Fuchs du don qu'il a généreusement fait au Muséum. Les amis de la science lui seront reconnaissants des efforts qu'il a faits pour conserver les résultats de cette découverte inattendue et de la manière dont il en a disposé. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant, pour la Section de Physique, en remplacement de feu M. *Hansteen*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 48,

M. Angström obtient	45 suffrages.
M. Stokes.	2 »
M. Tyndall.	1 »

M. **Angström**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant, pour la Section de Physique, en remplacement de M. *Wheatstone*, élu Associé étranger.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 49,

M. F. Billet obtient . . . . 48 suffrages.

Il y a un billet blanc.

M. **F. Billet**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ANALYSE. — *Rapport anharmonique de quatre points du plan.* Note de M. F. Lucas, présentée par M. Resal.

(Renvoi à la Section de Géométrie.)

« Soient α, β, γ, δ les coordonnées symboliques de quatre points A, B, C, D du plan. J'ai appelé *rapport anharmonique* de ces quatre points (*Compte rendu* du 18 novembre 1872) l'expression analytique

$$(1) \qquad \varphi = \frac{\delta-\alpha}{\delta-\beta} : \frac{\gamma-\alpha}{\gamma-\beta}.$$

Cette expression est généralement imaginaire, en sorte qu'en désignant par ρ son module et ω son argument, on peut poser

$$(2) \qquad \varphi = \rho e^{\omega\sqrt{-1}}.$$

On a évidemment

$$(3) \qquad \left\{ \begin{aligned} \rho &= \frac{DA}{DB} : \frac{CA}{CB}, \\ \omega &= ADB - ACB. \end{aligned} \right.$$

» Le rapport anharmonique est donc une fonction de la figure ABCD, et cette fonction conserve sa valeur primitive, soit qu'on déplace la figure dans le plan sans la déformer, soit qu'on la transforme par la méthode homothétique, soit qu'on la transforme par la méthode des rayons vecteurs réciproques.

» Pour que le rapport anharmonique devienne *réel*, il faut et il suffit que les deux angles ADB, ACB soient égaux ou supplémentaires, c'est-à-dire que *les quatre points* A, B, C, D *appartiennent à la même circonférence*. Le rapport est positif si les deux points C et D se trouvent situés du même côté de AB; il est négatif si ces points sont de part et d'autre de la droite. Dans cette disposition circulaire, le rapport anharmonique peut aussi s'exprimer, au moyen d'un cinquième point quelconque M de la circonférence, par la formule

$$(4) \qquad \varphi = \frac{\sin DMA}{\sin DMB} : \frac{\sin CMA}{\sin CMB}.$$

» Si la circonférence dégénère en ligne droite, le rapport anharmonique des quatre points s'identifie avec celui qui a servi de base à la Géométrie supérieure de M. Chasles.

» Le rapport anharmonique peut prendre la valeur $+1$; il faut et il suffit pour cela que les points D et C coïncident.

» Il peut aussi prendre la valeur -1, cas particulier dans lequel il est dit rapport *harmonique*. Les deux cordes AB et CD sont alors deux *droites conjuguées* relativement à la circonférence ABCD; en d'autres termes, le pôle de chacune de ces droites est situé sur l'autre. Les tangentes menées par les extrémités de chacune des cordes se coupent sur l'autre.

» Si, laissant fixes les points A et B, on fait décrire au point C une figure quelconque, son *conjugué harmonique* D décrit une autre figure qui résulte d'une transformation de la première par la méthode des rayons vecteurs réciproques; par conséquent *le rapport anharmonique de quatre points de la seconde figure est égal à celui des quatre points correspondants de la première.*

» COORDONNÉES ANHARMONIQUES. — Regardons comme fixes les trois points A, B, C, et comme mobile le point D.

» Si l'on attribue au rapport anharmonique φ de ces quatre points une valeur quelconque

$$\varphi = \rho e^{\omega\sqrt{-1}}, \tag{2}$$

la coordonnée symbolique δ et, par suite, le point D seront déterminés. Le module ρ et l'argument ω pourront s'appeler les *coordonnées anharmoniques* de D. En établissant une relation analytique entre ces deux quantités, on déterminera une courbe, lieu géométrique du point D.

» L'équation

$$\rho = \text{const.} \tag{4}$$

équivaut à

$$\frac{\text{DA}}{\text{DB}} = \text{const.} \tag{5}$$

et, par conséquent, représente une circonférence Γ. La droite menée par les points A et B forme un diamètre MN de cette circonférence; les couples de points (A, B) et (M, N) sont harmoniques.

» L'équation

$$\omega = \text{const.} \tag{6}$$

équivaut à

$$\text{ADB} = \text{const.} \tag{7}$$

et, par conséquent, représente un arc de circonférence Δ sous-tendu par la corde AB.

» Les deux circonférences Γ et Δ se coupent à angle droit, en sorte que *les coordonnées anharmoniques forment un système orthogonal.*

» Étant donnés le module ρ et l'argument ω du rapport anharmonique φ, on pourra construire les deux circonférences Γ et Δ. Ces circonférences se couperont d'abord au point cherché D, puis en un point parasite D'. Les couples (D, D') et (A, B) seront harmoniques; par conséquent, si D décrit une courbe quelconque, D' en décrira une autre dérivant de la première, au moyen d'une transformation par rayons vecteurs réciproques. »

PHYSIQUE. — *Note sur le magnétisme* (suite); par **M. J.-M. Gaugain** (1).

(Renvoi à la Commission du prix Trémont.)

« 53. Il résulte des expériences précédentes que, lorsqu'on aimante le noyau d'un électro-aimant en fer à cheval, par la méthode indiquée, on n'obtient le magnétisme maximum qu'après avoir répété un certain nombre de fois les opérations qui développent l'aimantation. J'ai constaté, en outre, le fait singulier que voici : lorsque l'on a aimanté un barreau de fer aussi fortement qu'il est possible de le faire au moyen d'un courant d'intensité déterminée, on peut augmenter très-notablement son aimantation en employant des courants de même sens et de moindre intensité. J'ai aimanté un fer à cheval au moyen d'un courant inducteur dont l'intensité était 39594, et j'ai constaté que, lorsque l'aimantation était portée à son maximum, la valeur du courant d'arrachement obtenu sous l'influence du magnétisme constant était 45 degrés; cela fait, j'ai recommencé l'aimantation en employant un courant dont l'intensité était 16060, et j'ai répété l'opération jusqu'à ce que le magnétisme cessât de croître : alors j'ai trouvé que la valeur du courant d'arrachement développé par ce magnétisme était 49,8. Après avoir effectué cette détermination, j'ai encore employé successivement trois autres courants inducteurs dont les intensités respectives étaient 12069, 6993 et 5161, et j'ai trouvé que les courants d'arrachement obtenus après le passage de chacun de ces courants étaient 52,9, 56,5 et 57,9. Enfin, j'ai repris le courant inducteur dont je m'étais servi d'abord, celui dont l'intensité était 39594; je l'ai fait passer une seule fois dans les bobines de l'électro-aimant, et la valeur du courant d'arrachement est retombée à 45. Ainsi, dans les conditions de

(1) Voir les *Comptes rendus* des 13 janvier, 30 juin, 8 et 29 septembre et 10 novembre.

mes expériences, l'aimantation développée sous l'influence d'un courant faible se trouve détruite par un courant plus énergique de même sens.

» 54. Mais ce fait singulier dépend, comme celui qui se trouve exposé dans le n° 52, du mode d'arrachement de l'armature. Jusqu'à présent, j'ai supposé que l'armature était arrachée par un mouvement brusque dirigé perpendiculairement aux faces polaires; quand on l'enlève en la faisant glisser parallèlement à ces faces, les résultats des expériences sont très-notablement modifiés. Si l'on emploie le procédé d'aimantation indiqué dans le n° 52, on trouve que la valeur maxima du magnétisme constant est plus grande que dans le cas où l'armature est arrachée par un mouvement brusque. En outre, j'ai reconnu que les faits dont il s'agit dans le numéro précédent ne se produisent plus : l'on n'ajoute plus rien au magnétisme développé par un courant d'intensité donnée, en employant successivement une série de courants plus faibles. Il faut remarquer que, dans les expériences où je dis que l'armature est détachée par glissement, je ne l'enlève de cette manière qu'une seule fois, la première après l'interruption du courant inducteur; je l'applique ensuite et l'arrache brusquement une vingtaine de fois, pour ramener le magnétisme à l'état constant. Ainsi les résultats énoncés dans les deux numéros précédents dépendent exclusivement de la manière dont l'armature est détachée une première fois après l'interruption du courant.

» 55. Il me paraît certain que l'arrachement de l'armature a toujours pour résultat d'affaiblir le magnétisme et sans doute il l'affaiblit en imprimant aux molécules du fer un ébranlement qui diminue la force coercitive. A l'appui de cette manière de voir, je citerai l'observation suivante : si, après avoir fait passer un courant inducteur d'intensité déterminée dans les bobines d'un électro-aimant, on arrache une première fois l'armature, qu'on frappe quelques coups avec un marteau sur le talon du fer à cheval et qu'ensuite on applique et qu'on arrache l'armature de nouveau, la valeur du deuxième courant d'arrachement est la valeur limite (n° 51) qui n'aurait été obtenue qu'après un plus grand nombre d'arrachements, si l'on se fût abstenu d'imprimer aucun choc au barreau de fer. Ainsi, dans certaines circonstances au moins, un choc mécanique produit le même effet que l'arrachement de l'armature, et il me paraît probable que, dans un cas comme dans l'autre, l'effet est dû à un mouvement moléculaire, bien que, suivant toute apparence, ce mouvement ne soit pas le même dans les deux cas.

» 56. Maintenant, comment expliquer l'accroissement d'aimantation

qui se produit dans les conditions indiquées n° 52? Voici l'idée que je m'en fais : d'après les vues d'Ampère, l'aimantation consiste dans une certaine orientation des molécules ou des courants qui circulent autour d'elles, et, puisque l'aimantation persistante du fer est très-différente de l'aimantation qu'il acquiert sous l'influence du courant inducteur, on est bien forcé d'admettre que les molécules qui restent orientées après l'interruption du courant inducteur et l'arrachement de l'armature sont, en raison de leur nature ou de leur position, douées d'une force coercitive plus grande que les autres molécules.

» Maintenant, lorsqu'on exécute pour la deuxième fois la série d'opérations indiquées au commencement du n° 52, il paraît évident que les molécules qui ont conservé leur orientation après les arrachements de l'armature de la première série ne seront pas dérangées par le rétablissement du courant inducteur, et il est naturel de penser qu'elles seront plus aptes que d'autres à résister à l'ébranlement causé par de nouveaux arrachements de l'armature; d'autre part, parmi les molécules auxquelles le courant fera subir un mouvement de rotation, il devra s'en trouver de nouvelles, qui posséderont cette force coercitive nécessaire pour que l'orientation devienne persistante. On conçoit ainsi que le nombre des molécules orientées d'une manière permanente puisse être plus grand après la deuxième série d'opérations qu'après la première, bien que l'arrachement de l'armature ait toujours pour effet de diminuer le magnétisme permanent; chaque série d'opérations nouvelles a pour effet d'établir une sorte de triage entre les molécules, et d'amener à l'orientation magnétique celles qui possèdent la plus grande force coercitive; l'aimantation cesse de croître lorsque toutes les molécules, douées de cette force coercitive supérieure, ont reçu l'orientation magnétique.

» 57. Je passe maintenant aux faits exposés dans le n° 53; leur signification ne me paraît pas douteuse. Lorsqu'on a fait agir le courant dont l'intensité est 39594, et qu'on a porté l'aimantation à son maximum en procédant de la manière indiquée n° 52, il faut admettre qu'il ne reste plus dans l'espace annulaire où s'exerce l'action de ce courant aucune molécule à orienter, parmi celles qui possèdent une force coercitive suffisante pour résister à l'arrachement de l'armature; mais il est naturel de penser que l'ébranlement moléculaire qui résulte de cet arrachement est d'autant plus violent que l'armature est plus fortement retenue, que le courant inducteur dont on se sert est plus intense, et l'on conçoit bien que des molécules qui ne possèdent pas une force coercitive suffisante, pour résister à l'arrachement

de l'armature qui suit le passage du courant 39594, puissent cependant maintenir leur orientation, lorsque l'armature est arrachée après le passage d'un courant plus faible, tel que celui dont l'intensité est 16060. Si l'on admet qu'il en soit ainsi, on comprend aisément comment un courant plus faible peut renforcer l'aimantation développée par un courant plus fort; les molécules que le premier amène à l'orientation magnétique y seraient également amenées par le second; mais elles conservent leur orientation lorsqu'on emploie le plus faible des deux courants, et ne la conserveraient pas si l'on employait le plus fort, parce que l'ébranlement résultant de l'arrachement de l'armature est moins violent dans le premier cas que dans le second. Cette explication me semble parfaitement justifiée par cette observation, mentionnée à la fin du n° 53, que tous les accroissements d'aimantation obtenus au moyen de courants plus faibles disparaissent quand on fait passer de nouveau le courant initial.

» L'accroissement d'aimantation que l'on obtient (n° 54) lorsqu'on détache l'armature en la faisant glisser, au lieu de l'arracher brusquement, s'explique aussi très-naturellement par cette considération, que l'ébranlement moléculaire doit être moins violent dans le cas du glissement que dans le cas de l'arrachement brusque. Je suis loin de regarder comme définitivement acquises toutes les notions que je viens d'exposer; mais il m'a paru nécessaire de mettre en avant cet essai de théorie, pour établir un lien, au moins provisoire, entre les faits nombreux que j'ai observés. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur des phénomènes de thermodiffusion gazeuse qui se produisent dans les feuilles, et sur les mouvements circulatoires qui en résultent dans l'acte de la respiration chlorophyllienne.* Note de M. A. MERGET. (Extrait.)

(Commissaires : MM. Brongniart, Duchartre, Trécul.)

« Les phénomènes de thermodiffusion gazeuse à travers les corps poreux, récemment étudiés par M. Feddersen, et les phénomènes de diffusion simple, que M. Dufour a observés entre des masses d'air à différents états hygrométriques, peuvent aussi se constater dans les organismes végétaux, où se trouvent évidemment réunies les conditions les plus favorables à leur production. Plus nettement présentés par les plantes aquatiques, ils sont surtout très-facilement observables dans l'une d'entre elles, le *Nelumbium speciosum*, sur laquelle ont porté d'abord mes investigations.

» On doit à Raffeneau-Delille la connaissance de ce fait, que, lorsqu'on

recouvre d'eau la concavité centrale d'une feuille de *Nelumbium*, il se dégage, en exposant le limbe au soleil, des bulles de gaz des surfaces mouillées, soit par les stomates, soit par des ouvertures artificiellement pratiquées. Ce savant reconnut en outre que ce dégagement gazeux peut également s'effectuer par des blessures faites au pétiole, qu'il cesse par l'immersion complète du limbe et que, quand il a lieu, c'est de l'air atmosphérique qu'il donne; ce qui le conduisit à en proposer l'explication suivante :

« Il m'est demeuré démontré que chaque feuille de *Nelumbium* est pourvue d'un système respiratoire complet, pour lequel le velouté possède la faculté absorbante, et les stomates la faculté seulement exhalante, ce qui est sans exemple pour toute autre plante que celle-ci, la seule qui ait pu se prêter aux expériences qui décident si manifestement l'aspiration et l'expiration. »

» Cette explication fut vivement combattue par Dutrochet; mais les faits qu'elle visait n'en avaient pas moins été très-exactement observés.

» De nombreuses analyses m'ayant démontré, conformément à l'assertion de Raffeneau-Delille, que le gaz issu des feuilles de *Nelumbium* était de l'air atmosphérique, sauf quelques variations de composition négligeables ou explicables, je dus en conclure qu'il s'agissait là d'un phénomène absolument étranger à la respiration chlorophyllienne, et qui se produisait exclusivement sous l'influence des radiations calorifiques solaires; ce qui me fit préjuger qu'on pourrait le reproduire en substituant à l'action du soleil celle d'une source calorifique obscure.

» L'expérience, tentée dans ces conditions nouvelles, réussit très-facilement quand on prend pour source de chaleur une plaque annulaire de tôle, chauffée au-dessous du rouge : c'est donc alors la seule différence de température, entre les parties du limbe directement exposées au rayonnement calorifique et celles qui en sont préservées par la lame d'eau, qui détermine la sortie du gaz inclus dans ces dernières; et pour que ce gaz puisse sortir, malgré la pression hydrostatique supérieure, il faut qu'il y ait une action impulsive émanant de l'air voisin échauffé.

» En admettant cette explication comme plausible, il en résultait que l'eau du centre de la feuille, ayant uniquement pour effet de soustraire les tissus sous-jacents à l'action calorifique du foyer, son remplacement par de l'eau suffisamment chaude pour uniformiser la température du limbe devait arrêter toute émission gazeuse par les surfaces mouillées. C'est, en effet, ce résultat qu'on obtient, et l'on peut aller plus loin que cette expérience négative; car dans le cas où les bulles, se dégageant lentement sous

l'eau froide, semblent retenues par une sorte de pédicelle gazeux qui les maintient en communication avec la masse d'air intérieure, par des affusions graduées d'eau chaude, on les voit progressivement disparaître, comme résorbées par les tissus dans lesquels elles rentrent.

» Il suivrait de là qu'en échauffant également dans tous ses points la surface supérieure du limbe d'une feuille de *Nelumbium*, l'air des méats serait mis partout uniformément en état de tension sans que l'effort de sa détente, toujours dirigé de dehors en dedans, et s'exerçant, cette fois, sur l'air des lacunes, pût avoir d'autre effet que de le comprimer. Pour rendre sensible cet accroissement de pression, il m'a suffi, après avoir coupé une feuille de *Nelumbium*, de mettre son pétiole en communication, au moyen d'un tube de caoutchouc, avec un manomètre à eau : en exposant, dans ces conditions, le limbe à des rayonnements calorifiques de nature et d'intensité différentes, j'ai mesuré des dénivellations qui ont varié de 1 à 3 décimètres.

» En séparant le manomètre, sous l'effort de détente exercé par l'air du limbe, celui des lacunes est mis en mouvement, et on le voit s'échapper par bulles lorsqu'on plonge dans l'eau la section du pétiole. Le dégagement est assez abondant pour que des feuilles de *Nelumbium*, exposées les unes au soleil, les autres à un feu clair de charbon, m'aient donné, les premières $\frac{1}{4}$ de litre, les secondes 1 litre d'air par minute, soit des centaines et des milliers de fois le volume de la feuille par heure, et cela pendant plusieurs heures sans interruption, quelquefois pendant des journées entières. Pour entretenir la continuité d'un débit aussi considérable, il fallait évidemment qu'il y eût, à chaque instant, rentrée par le limbe d'un volume d'air égal à celui qui sortait par le pétiole, et je me suis assuré que cette rentrée a lieu bien réellement par les stomates, dont l'occlusion entraîne la cessation immédiate de tout dégagement gazeux.

» L'air atmosphérique n'est pas d'ailleurs le seul gaz qui puisse être ainsi diffusé thermodynamiquement à travers le limbe d'une feuille de *Nelumbium ;* je l'ai constaté, à l'aide de dispositions faciles à concevoir, sur l'oxygène, l'azote, l'hydrogène, l'acide carbonique, l'oxyde de carbone et le protoxyde d'azote.

» Ces phénomènes de diffusion, par cela même qu'ils sont communs à tous les gaz, doivent être considérés comme dépourvus de caractère vital et comme déterminés par des conditions d'ordre purement physique. Ils montrent, dans la feuille de *Nelumbium*, le type naturel d'un appareil thermodynamique qui, recevant primitivement de la chaleur, emmagasine la force vive qui lui est apportée par cet agent, pour la transformer en

travail mécanique; et, sans aborder ici l'étude, sur laquelle je me propose de revenir ultérieurement, des conditions physiques de cette transformation, je dirai seulement qu'elle dépend essentiellement de la structure poreuse et de l'état hygrométrique des tissus où elle s'opère; les faits observés rentrant dans la catégorie des phénomènes de thermodiffusion gazeuse et de diffusion simple entre des masses d'air à différents degrés d'humidité, récemment étudiés par MM. Feddersen et Dufour.

» D'après les résultats d'expériences que la mauvaise saison m'a contraint d'interrompre, je me crois en droit d'affirmer que l'on retrouve dans tous les végétaux le pouvoir thermodiffusif si remarquablement développé dans le *Nelumbium*, et, si les mouvements qu'il détermine ne sont pas partout aussi étendus que dans cette dernière plante, ils n'en sont pas moins intéressants, à cause du rôle qu'ils jouent dans l'acte de la respiration chlorophyllienne.

» Étant admis que, pour toutes les feuilles, l'échauffement du limbe met en jeu les forces thermodiffusives qui trouvent leurs conditions d'activité dans la structure et dans l'état hygrométrique des tissus, comme cet échauffement, en l'état ordinaire, c'est-à-dire lorsqu'il provient de la chaleur du soleil, est loin de se produire uniformément aux points frappés par les rayons solaires, l'air intérieur, par suite de l'excès de tension qu'il acquiert, se détend sur celui des parties froides, qu'il presse en le contraignant à s'échapper par les stomates des surfaces épidermiques correspondantes, pendant que l'air extérieur afflue par les stomates des surfaces solarisées. Il s'établit donc alors un véritable courant circulatoire gazeux, des parties vertes qui respirent à celles qui ne respirent pas, avec un double mouvement corrélatif d'aspiration par les premières et d'expiration par les secondes.

» Dans les plantes aquatiques, cette circulation respiratoire a plus d'étendue et de profondeur que dans les plantes terrestres, car, au lieu d'être circonscrite dans l'étroit réseau des méats du parenchyme foliaire, elle se prolonge dans celui du système lacunaire tout entier. Quand les feuilles des plantes aquatiques sont frappées par les rayons solaires, la masse gazeuse des lacunes est, par le fait, soumise comme à une sorte de brassage, qui a pour effet final de ramener dans le limbe l'air des cavités profondes, qui arrive saturé de vapeurs d'eau et contenant un excès d'acide carbonique, puisé par les racines dans un sol aqueux tout pénétré de débris organiques en décomposition. L'afflux de cet air dans les feuilles empêche, d'une part, la dessiccation de leurs tissus et contribue efficace-

ment, d'autre part, à l'entretien de leur activité respiratoire, en remédiant ainsi à l'anomalie de la position de leurs stomates.

» A un autre point de vue, les phénomènes thermodynamiques qui résultent, pour les plantes aquatiques, de leur échauffement par les rayons solaires, ont une influence marquée sur l'activité de leur développement végétatif, en déterminant, par les excès de tension intérieure qu'ils produisent, les rhizomes et les racines à s'enfoncer dans le sol avec la force de pénétration qui les caractérise. »

PHYSIQUE. — *Sur l'action des corps incandescents dans la transmission de l'électricité*. Note de M. E. **Douliot**, présentée par M. Berthelot.

(Commissaires précédemment nommés : MM. Edm. Becquerel, Jamin, Berthelot.)

« M. Pouillet (1), ayant placé une lampe à alcool allumée sur un électroscope, observa qu'un bâton de résine électrisé, une lame de verre ou tout autre corps très-faiblement chargé, produisaient une très-grande divergence dans les lames de l'électroscope, même à une distance où ces charges électriques n'avaient aucune influence dans les circonstances ordinaires. On constate aussi que, si la flamme est remplacée dans cette expérience par un fil de platine porté au rouge, les résultats ne sont plus les mêmes selon que l'on opère en présence de l'électricité positive ou de l'électricité négative.

» En 1818, M. Erman (2), en plaçant une lampe aphlogistique de Davy sur un électroscope, dont il approchait ensuite le pôle d'une pile sèche, observait que, si la pile était présentée à la lampe par son pôle *positif*, il ne se produisait rien, tandis que, si elle était présentée par son pôle *négatif*, les lames divergeaient et restaient chargées d'électricité négative.

» M. Edm. Becquerel (3) a trouvé que le courant électrique subit une influence analogue de la part du platine incandescent. Dans ses recherches sur la transmission de l'électricité au travers des gaz à des températures élevées, M. Becquerel, en effet, a observé que le courant allant du tube de platine chauffé au fil qui en occupait l'axe rencontrait une plus grande résistance qu'en allant du fil central au tube; en d'autres termes, que la

(1) *Annales de Chimie*, 2e série, t. XXXV, p. 401.

(2) *Annales de Chimie*, 2e série, t. XXV, p. 278.

(3) *Annales de Chimie*, 3e série, t. XXXIX, p. 372.

condition la plus favorable au passage de l'électricité était celle dans laquelle le conducteur négatif avait le plus d'étendue.

» Tout récemment M. Guthrie (1) a repris l'étude de ces phénomènes et a trouvé que le fer et le platine chauffés au blanc éclatant, et approchés d'un conducteur électrisé, le déchargent quel que soit le signe de son électricité, tandis que ces métaux, chauffés seulement au rouge sombre, déchargent plus facilement un conducteur lorsqu'il est chargé d'électricité *négative* que lorsqu'il est chargé d'électricité *positive*.

» Mais cette différence d'action d'un corps incandescent sur les deux électricités n'a pas toujours lieu dans le même sens. Les expériences suivantes font voir que le charbon et le platine agissent d'une manière inverse.

» Je remplace la boule d'un électroscope par un porte-crayon sur lequel est fixé un petit cylindre de charbon allumé. Si j'en approche un corps chargé d'électricité *positive*, les lames d'or divergent rapidement; elles s'écartent jusqu'à ce qu'elles se soient déchargées sur les boules métalliques disposées de part et d'autre sous la cloche de l'électroscope; mais elles recommencent aussitôt à diverger jusqu'à ce qu'elles se soient déchargées de nouveau, et le même phénomène se reproduit tant que le corps influent est électrisé. Si j'éloigne le corps électrisé avant que les lames aient touché les boules de décharge, elles restent divergentes et elles possèdent de l'électricité positive. Sous l'influence de la source positive, le charbon a donc laissé écouler l'électricité *négative*, et il retient l'électricité *positive*.

» Les résultats sont tout autres si l'on approche de l'électroscope, toujours armé du cylindre de charbon allumé, un corps chargé d'électricité *négative*. Dans ce cas, l'électroscope n'est influencé qu'à une distance plus petite, les lames d'or s'écartent moins vite et elles se rapprochent promptement lorsque la source d'électricité est retirée.

» Ces phénomènes sont donc entièrement opposés à ceux que M. Erman a observés avec la lampe aphlogistique, c'est-à-dire avec un fil de platine incandescent.

» Si l'on prend le charbon à la main, par l'intermédiaire d'un fil métallique entourant l'extrémité non allumée, et si on l'approche de l'électroscope chargé d'électricité négative, on n'obtient aucun effet; mais si l'électroscope est chargé d'électricité positive, les lames retombent presque instantanément. On voit encore que, si l'électricité qui se porte sur la partie incandescente du charbon, par l'influence de celle qui est sur l'électroscope,

(1) *Philosophical Magazine*, octobre 1873.

est négative, elle s'écoule pour ramener l'électroscope à l'état neutre, et que, si c'est au contraire l'électricité positive qui est attirée, la transmission ne s'effectue pas.

» Ainsi, de quelque manière qu'on fasse l'expérience, on voit que le charbon incandescent laisse écouler plus facilement l'électricité *négative* que l'électricité *positive*, tandis que les expériences rappelées plus haut prouvent que le platine incandescent laisse écouler plus facilement l'électricité *positive* que l'électricité *négative*.

» On pourrait objecter que, dans la combustion du charbon, il y a production d'électricité; mais cette électricité est à une tension trop faible pour agir sur un électroscope ordinaire; il faut, pour la mettre en évidence, satisfaire à plusieurs conditions (1) et employer un électromètre condensateur très-sensible. De plus, comme c'est l'électricité négative qui, dans la combustion, se porte sur le charbon et l'électricité positive qui est entraînée par l'acide carbonique, ces électricités atténueraient les effets qui viennent d'être décrits, s'il y avait lieu d'en tenir compte ici. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur l'éruption boueuse de Nisyros.* Extrait d'une Lettre de M. GORCEIX à M. Élie de Beaumont.

(Commissaires : MM. H. Sainte-Claire Deville, Daubrée, Des Cloizeaux.)

« J'ai l'honneur de vous transmettre un aperçu de mes recherches sur les phénomènes qui ont accompagné la dernière éruption de Nisyros.

» Au mois de mars 1873 (1), le cratère elliptique de l'ancien volcan de Nisyros était occupé à son extrémité sud-ouest : 1° par une solfatare circulaire sans rebords extérieurs, dont l'activité allait en diminuant depuis de nombreuses années, et qui doit correspondre aux points où Ross, vers 1830, trouva des dégagements abondants de vapeur, accompagnés parfois de violentes détonations; 2° par un cratère adventif, de forme très-irrégulière, siége de nombreuses fumerolles sulfhydro-carboniques.

» Le cratère existe depuis fort longtemps; personne dans l'île n'a jamais entendu parler de l'époque de sa formation et il est indiqué sur les anciennes cartes hydrographiques de l'Amirauté anglaise.

» C'est ce dernier centre dont l'état a été considérablement modifié par

(1) MM. POUILLET, BECQUEREL, MATTEUCCI, *Annales de Chimie et de Physique*, 2e série, t. XXVII et XXXV; 3e série, t. XVI.

(2) Voir la première Note de M. Gorceix, *Comptes rendus*, t. LXXVII, p. 597 (séance du 8 septembre 1873).

les éruptions récentes. Les indications fournies par les traces laissées, corroborées par les récits des gens du pays, me permettent de fournir une relation exacte de ces manifestations.

» Le 3 juin, après de fortes secousses de tremblement de terre, ressenties dans toute l'île, une bouche de 6 à 7 mètres de diamètre s'ouvrit sur le revers extérieur du cratère adventif et fut le point de départ d'une fente de 50 mètres de longueur, dirigée N. 22° E. à S. 22° O.

» Pendant trois heures, il s'en échappa des torrents d'eau chaude salée, accompagnés de projections de pierres et suivis, pendant les trois jours suivants, d'éruptions très-fréquentes d'une boue noirâtre très-fluide. L'eau, s'évaporant, a laissé déposer des couches épaisses de chlorure de sodium et de magnésium, salies souvent par de l'oxyde de fer; elle inonda une grande partie des champs, et, si elle eût coulé quelques heures de plus, elle eût transformé en un vaste lac tout le cratère de l'ancien volcan.

» La boue a une épaisseur moyenne de 3 mètres; la longueur de la coulée est d'environ 500 mètres sur 150 mètres de largeur. Pendant les tremblements de terre qui précédèrent l'éruption, il se produisit, à une assez grande distance du cratère, une crevasse dirigée du nord au sud, d'une centaine de mètres de longueur, fort peu large, mais encore béante.

» Une première période de calme suivit cette éruption; la nouvelle bouche, ainsi que les deux anciennes fumerolles principales, dont l'activité avait peu augmenté, laissaient échapper une grande quantité de vapeur d'eau, mêlée d'hydrogène sulfuré, mais sans projection de matières solides ou liquides.

» De faibles secousses se faisaient sentir chaque jour; le 11 septembre elles devinrent beaucoup plus violentes. Dans les trois villages de l'île, les maisons furent presque toutes lézardées; le village de Mandraki, situé au bord de la mer, fut surtout éprouvé : les murs des jardins furent en partie renversés; le monastère et l'église, situés sur une butte de conglomérat trachytique, furent fortement endommagés. En même temps, à quelques mètres du rivage, la mer devint blanchâtre; il s'en échappa des torrents de vapeur d'eau, mêlée d'hydrogène sulfuré. L'ouverture de cette crevasse linéaire coïncida avec un fait analogue qui eut lieu sur la falaise de l'île d'Hyali, à trois milles en face du village de Mandraki. Les deux crevasses se refermèrent quelques secondes après leur ouverture.

» Quelques jours après, l'activité de la partie centrale s'accrut de nouveau. Le 26 septembre, les ouvertures nouvellement formées s'accrurent considérablement : l'une d'elles occupe actuellement la moitié du fond du

cratère adventif. Elles furent le siége d'éruptions d'eau salée et de boue, mais moins abondantes que les précédentes. Elles furent suivies de nombreuses projections de pierres, dont j'ai pu recueillir plusieurs échantillons en des points très-éloignés du cratère.

» Pendant ces diverses phases de l'éruption, ni la forme, ni l'activité de l'ancienne solfatare circulaire n'ont éprouvé de changement.

» Depuis cette époque jusqu'à mon arrivée à Nisyros, aucune recrudescence ne s'est produite dans l'activité des divers centres d'émanation; les tremblements de terre sont journaliers, mais d'une faible intensité.

» Actuellement, la fente formée au mois de juin, bien qu'obstruée en partie par la boue, est encore nettement visible; elle n'est le siége d'aucun dégagement. Le cratère, qui s'est ouvert à la même époque, est presque entièrement comblé; mais sa forme circulaire est encore bien accusée.

» Du côté nord-ouest, il existe encore une crevasse, de 3 à 4 mètres de largeur, occupant un quart de la circonférence du cratère. On peut, par intervalles, apercevoir, à une grande profondeur, de l'eau bouillante, d'où s'échappe un mélange de vapeur d'eau, d'acide carbonique et d'hydrogène sulfuré. Une petite fumerolle sulfhydro-carbonique forme, avec celles-ci, les seules émanations du côté extérieur du cratère adventif.

» La paroi qui sépare cette bouche des centres internes est fort mince et attaquée par de nombreuses fumerolles; elle ne tardera pas à disparaître. Celles-ci n'occupent plus que les bords du cratère, du côté de la bouche dernièrement formée, et de nombreux points au nord-est d'une petite crête, maintenant en partie détruite, qui séparait le cratère proprement dit d'un ravin extérieur. Leur activité s'est affaiblie; les proportions de la vapeur d'eau ont beaucoup augmenté, tandis que celles de l'hydrogène sulfuré ont diminué par rapport à l'acide carbonique.

» Quant aux deux bouches nouvelles, leurs dimensions se sont considérablement accrues. Les parois internes de l'une d'elles sont taillées à pic et lui donnent l'aspect d'un vaste puits, où, à 30 mètres environ de profondeur, on voit une nappe d'eau bouillante lançant des colonnes de vapeurs blanchâtres, mélangées à de l'acide carbonique et à de l'hydrogène sulfuré. Les trois principaux dégagements de vapeur s'opèrent sur une même ligne, prolongement de la fente formée au mois de juin. Cette ligne passe un peu à côté de l'ancienne solfatare circulaire, tandis que, au mois de mars dernier, la ligne passant par les deux centres existant alors coupait la solfatare suivant une corde.

» Cette même ligne prolongée rencontre le village de Mandraki, où l'on

voit encore dans la mer, par un temps calme, une ligne blanchâtre indiquant la trace de la crevasse. Peut-être s'y produit-il un léger dégagement d'hydrogène sulfuré qui se décompose avant d'arriver à l'air.

» Plus loin, elle coupe l'îlot de Hyali dans la partie où la falaise s'était fendue et passe près d'une source minérale sous-marine qui existait avant l'éruption; elle atteint ensuite l'île de Cos, en passant près de deux anciennes solfatares, dont l'une est à peu près éteinte et où il ne se produit aucun dégagement sensible, et dont l'autre, située près d'un filon de basalte qui s'est fait jour à travers des calcaires cristallins et des terrains tertiaires fossilifères, est le siége d'un dégagement froid d'acide carbonique avec de faibles proportions d'hydrogène sulfuré.

» A l'autre extrémité, cette ligne est jalonnée par une crevasse encore béante, d'où s'échappe de la vapeur d'eau tiède avec de très-petites quantités d'acide carbonique. C'est autour de cette ligne, correspondant à une ancienne fente, que sont groupés les phénomènes volcaniques dont Nisyros est le siége. »

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Sur la limite des glaces dans l'océan Arctique;* par M. **Ch. Grad.** (Extrait.)

(Renvoi à la Section de Géographie.)

« ... En résumé, la limite des glaces dans l'océan Arctique ne se trouve pas par 75 degrés de latitude, entre Nowaja-Semlja et les îles Spitzbergen. Cette mer est navigable chaque année sous des latitudes bien plus hautes, et il n'y a pas de barrière de glaces fixes permanentes. Chaque année, la calotte de glace plus ou moins compacte, formée pendant l'hiver autour du pôle, se brise, se fractionne en champs et en fragments plus ou moins étendus. Les courants polaires en entraînent les débris vers l'équateur, de manière à diminuer d'autant plus le développement ou l'extension de la masse totale, que les vents favorisent mieux l'action des courants marins et que la fusion sous l'influence de l'élévation de la température est plus active. Comme les conditions météorologiques changent d'une année à l'autre, l'état des glaces et leur extension varient de même. Mais chaque année, et même pendant l'hiver, des espaces d'eau libre et des passes navigables apparaissent dans l'ensemble de la masse. En 1871, l'expédition américaine du Dr Hall s'est trouvée arrêtée par 82°16′ de latitude, dans le canal de Robesen, par une barrière de glace, tandis que plus au nord la mer apparaissait libre de nouveau. Dans le nord des îles Spitzbergen, l'expédition suédoise de M. Nordenskiöld a été cernée par les

glaces dès le commencement de septembre 1872, avec un grand nombre de navires de pêche norwégiens, qu'une tempête a ensuite dégagés dans le courant du mois de décembre, pour leur permettre de rentrer en Europe au milieu de l'hiver. A la surface des grands lacs du nord de l'Amérique, des espaces d'eau libre existent également en hiver, au milieu des glaces. Quant à la conclusion pratique à tirer de ces faits, c'est l'existence d'eau navigable dans les mers polaires et la nécessité d'entreprendre avec des navires à vapeur, et non en traîneaux, les expéditions scientifiques au pôle. »

VITICULTURE. — *Étude des formes du Phylloxera; examen comparatif des jeunes des racines et des feuilles, des individus hibernants, des individus sexués;* par M. MAX. CORNU, délégué de l'Académie.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Dans la Note précédente, les individus hibernants ont été considérés comme des jeunes arrêtés dans leur développement, qui, demeurant dans cet état plus longtemps que d'ordinaire, restent ainsi pendant plusieurs mois. Pour arriver à la démonstration complète de ce fait, il faut examiner avec soin l'une et l'autre forme, et voir s'il existe entre elles quelques différences. L'aspect général est le même, la taille semblable; la couleur seule les distingue, couleur due à une teinte spéciale aussi bien qu'à un épaississement des téguments; mais il ne faut pas s'en tenir à cette comparaison d'ensemble non approfondie.

» De plus, ainsi que nous l'avons vu dans la Note précédente, les jeunes des galles pouvant se fixer sur les racines et s'y transformer en individus hibernants, nous sommes amenés à nous demander s'il existe des différences entre ces deux formes.

» Comparons d'abord les jeunes des racines et ceux des galles; examinons de point en point chaque insecte, organe par organe, et attachons-nous à effectuer un dénombrement exact et détaillé même des particularités généralement laissées de côté comme sans intérêt et trop minutieuses.

» Il convient de reprendre cette comparaison au début; l'œuf, dans l'un et dans l'autre cas, est ovale et a une longueur d'environ $0^{mm},30$, d'après des moyennes assez concordantes. Dans les galles, où ils sont accumulés en grand nombre, on en rencontre quelques-uns d'un dixième plus ou moins longs, mais la taille est en général assez constante. On retrouve, chez les deux formes d'insectes, les mêmes particularités : aussi sera-t-il inutile de spécifier de laquelle des deux il est question.

» Quand il vient d'être pondu, l'œuf est d'un jaune très-vif, mais un peu plus tard il acquiert, par suite de son développement normal, une teinte brune qui est, non un signe de mort, mais un caractère de vie et de santé; avant qu'il ait déjà tourné au brun, on aperçoit fréquemment, à l'une des extrémités, deux points formés chacun de trois taches rouges : ce sont les yeux de l'embryon. Je n'ai pas à m'étendre ici sur la segmentation du plasma intérieur (1) et sur la formation de la membrane du jeune; lorsque le brunissement commence, on constate, avec la loupe, à l'aide de ce faible grossissement, et même à la vue simple, que les deux extrémités n'ont pas exactement la couleur de la partie centrale : l'une présente une teinte noire, faible, mais qui s'étend assez loin; l'autre une tache noire, plus foncée, beaucoup plus limitée et située à l'extrémité. Quand on cherche à se rendre compte de ce fait, à l'aide du microscope, on s'aperçoit que la teinte foncée correspond à la partie postérieure de l'insecte déjà presque entièrement formé, et que la tache est la conséquence d'une production toute spéciale; elle est due à une ligne noire qui s'étend en demi-cercle dans un plan passant par le grand axe de l'œuf, et qui partage en parties égales la ligne qui joindrait les deux yeux de l'embryon; elle descend peu au-dessous. Si les yeux sont situés sur une même droite perpendiculaire au porte-objet, la ligne noire suit exactement la partie supérieure du contour apparent de l'œuf, et on la voit tout entière : c'est dans cette position que la tache noire est le plus nette. Si les yeux occupent le contour, on n'en voit plus que la moitié, elle se projette suivant une ligne droite partant du sommet, et qui ne dépasse qu'à peine la hauteur des yeux.

» En l'examinant avec un grossissement un peu plus fort, on peut s'assurer que cette ligne noire offre, en réalité, la forme d'une crête formée d'une membrane épaisse, noire, dont la partie supérieure porte de petites stries transversales, de façon à simuler ou déterminer des dents obtuses, ou des granulations confluentes à la base et disposées en file; il y en a une quarantaine sur toute la longueur. Quand on observe cette crête, alors qu'elle est située dans un plan vertical, on remarque qu'elle est adhérente au corps de l'embryon et située *au-dessous* de la membrane externe. A cette partie, qui est l'extrémité antérieure de l'œuf, correspond, sous la membrane, un petit espace incomplétement rempli par l'extrémité antérieure du futur jeune, qui se moule sur la crête et semble faire corps avec elle; mais le jeune n'offre rien de pareil après son éclosion : la crête appartient donc à

(1) Découverte dans l'œuf, en 1824, par MM. Prévost et Dumas.

la membrane de l'œuf. Si, après l'éclosion, on recueille cette membrane, en général fortement plissée, on peut remarquer qu'elle est brune, qu'elle s'est fendue par la partie antérieure et exactement suivant l'un des côtés de cette crête, qui demeure intégralement sur l'un des bords de la ligne de rupture.

» En examinant cette membrane avec attention, on peut, dans certains cas, observer que le contour de la rupture laisse reconnaître que cette membrane n'est pas simple, mais formée de deux lames. La partie externe est incolore, et elle est parfois rompue en des points différents et surtout moins complétement déchirée; la couche interne présente une coloration brune; c'est elle qui communique à l'œuf la teinte brunâtre qu'il prend en vieillissant; le jeune qui vient d'éclore est d'un jaune vif, comme l'œuf frais pondu.

» Dans l'intérieur de l'œuf, l'embryon se présente avec les pattes repliées sur l'abdomen, les antennes réfléchies et parallèles aux pattes. Le mécanisme au moyen duquel il doit s'échapper de sa coque et la briser est en partie le même que l'action qui s'exerce pendant la mue et dont il a été question précédemment. Les segments du jeune présentent des lignes de petits poils réfléchis sur lesquels il prend un point d'appui pour repousser la membrane de l'œuf et cheminer à son intérieur; mais, comme cette membrane, épaisse et double, serait trop difficile à entamer, une crête spéciale se développe, qu'on ne retrouve que dans l'œuf, et qui fait l'office d'une scie pour fendre la couche externe.

» Il y a la plus grande analogie entre cette éclosion et les mues que l'insecte effectue successivement. La membrane se rompt de même, suivant une ligne antérieure et symétrique. Incolore au début, elle devient colorée et brune à l'époque où elle doit être dépouillée, et laisse échapper un insecte coloré en jaune vif, couleur des globules graisseux, et dont la peau est mince et incolore.

» C'est à la couche interne brune et épaissie de l'œuf qu'est reliée cette crête, dont le rôle est si important pour le jeune. Si l'on considère, d'autre part, la structure de l'œuf, on conçoit comment l'embryon, à mesure qu'il se développe, est de mieux en mieux protégé contre les agents extérieurs. Il y a d'abord une double membrane dont la couche interne s'épaissit de plus en plus; les deux lames ne sont pas très-exactement soudées, puisqu'elles sont séparées à la partie antérieure et se déchirent isolément; le jeune possède, en outre, un tégument propre; il y a donc ainsi trois épaisseurs superposées à travers leurs parois diverses et non soudées; l'en-

dosmose ne doit pas se faire aisément. Ainsi s'explique la résistance des œufs aux causes de destruction auxquelles peuvent succomber les individus complétement développés, qui ne sont protégés que par un simple tégument.

» Avant d'examiner comparativement les jeunes des galles et ceux des racines, on peut se demander si tel ou tel organe extérieur se modifie chez les différents individus de la même forme.

» En commençant par les pattes, on peut remarquer qu'elles ont toutes à peu près la même disposition, et que les moindres particularités qui se rencontrent sur l'une d'elles, par exemple certains poils, se retrouvent, à la même place, chez les autres individus. Entre les différents membres du même insecte, on constate, il est vrai, de légères différences : c'est ainsi que varie la longueur relative de certains poils, qui, placés symétriquement, devraient avoir un développement pareil. Quand ils supportent un frottement égal, leur développement est le même (pattes antérieures); quand, au contraire, l'insecte, à cause de la disposition des organes, s'appuie différemment sur l'un d'eux, celui qui supporte l'effort le plus considérable (en général, c'est le plus rapproché du corps) se développe moins ou s'use le plus (pattes postérieures); il y a des exemples très-nets, dans certains cas, de cette inégalité. On ne doit pas sourire d'un examen aussi minutieux, puisqu'il s'agit de rechercher des caractères distinctifs entre des êtres en apparence très-voisins; c'est dans des faits de cet ordre qu'on peut espérer les trouver.

» Il faut éviter de prendre pour des différences l'absence de certaines parties brisées par accident ou qui manquent par toute autre cause. Cette altération se présente souvent à l'extrémité des tarses, qui est terminée par deux ongles crochus et un ensemble de poils spéciaux. Comme cette organisation a été jusqu'ici assez inexactement décrite à cause du nombre et de la petitesse des parties qui la composent, il ne paraît pas inutile d'y insister et de la décrire avec soin, pour éviter qu'on ne prenne pour un caractère spécifique une altération toute locale et accidentelle.

» Sur la partie dorsale du tarse, se trouvent vers l'extrémité deux grands poils courbés, dilatés à l'extrémité, non en sphère, mais en forme de fusil tromblon. A la partie opposée du tarse se trouvent deux autres poils symétriques et égaux comme les premiers, mais un peu plus courts; ils sont courbés en sens inverse et se redressent; leur extrémité est très-faiblement dilatée et présente un coude brusque un peu au-dessous de leur partie extrême. Deux autres poils situés du même côté, plus rapprochés de l'ex-

trémité et plus petits, affectent une forme et une disposition analogues, et sont situés entre les ongles, qu'ils dépassent à peine; la première paire de poils est la plus épaisse et la plus nette; les deux autres viennent ensuite par ordre de grandeur et de netteté. Quand la patte est à plat, les ongles étant écartés par la pression de la lamelle, ces poils se présentent disposés en éventail; on reconnaît aisément leur nombre et leur disposition, mais leur forme se voit beaucoup mieux de profil. Ainsi l'extrémité porte trois paires de poils spéciaux souvent empâtés avec diverses impuretés qui masquent leur présence ou qui sont brisés; il y a en outre deux autres poils symétriques à la base du tarse vers la région où il se séparera en deux articles après la deuxième mue, et enfin deux autres poils isolés et impairs, l'un sur la partie supérieure, l'autre sur la partie inférieure du tarse. Ces particularités se retrouvent chez tous les jeunes des racines et des feuilles.

» Quant aux antennes, sans entrer dans de longs détails, on peut dire qu'elles sont terminées par un long et robuste poil entouré de quatre autres: trois étroitement groupés ensemble et peu distincts les uns des autres et un autre isolé; au-dessous du chaton, ou organe sensitif très-développé ici, et du même côté que lui, on en trouve un autre très-développé et un plus court situé au-dessous du précédent; l'article basilaire présente deux poils symétriques. L'antenne est parcourue par des plis transversaux non exactement superposables chez les divers individus, ni même d'une antenne à l'autre sur le même insecte; mais leur nombre et leur disposition ne sont pas livrés au hasard : on peut parfaitement les retrouver et les indiquer dans les différents cas, malgré les petites variations, non de position, mais de forme; ce qui rend la comparaison pénible, c'est que telle ou telle partie est plus ou moins accentuée, plus ou moins indistincte. Ces plis sont curvilignes et confluents, suivant la position que la même ride occupe sur le contour, suivant qu'elle est vue de face ou de profil; leur apparence et leur projection sont un peu différentes et embarrassent au premier coup d'œil. Il est nécessaire, pour les reconnaître convenablement, d'étudier les deux faces de chaque antenne, la supérieure directement, l'inférieure par transparence.

» Or, chez les individus des racines et des feuilles, les poils et les plis des antennes se retrouvent, ils sont identiques dans l'un et l'autre cas; la forme extérieure, aussi bien que les moindres détails, sont parfaitement semblables; et, s'il est assez facile de distinguer l'origine de *certains* individus adultes, il paraît difficile de reconnaître, du moins par les caractères extérieurs, si l'on a affaire à un jeune des galles ou à un jeune des racines.

Cette similitude, nous la retrouvons dans leur dimension longitudinale, qui est de $0^{mm},364$ (1).

» Les jeunes, comme les individus ordinaires, offrent, suivant les cas, des apparences très-variables qui tiennent à des causes diverses ; elles sont en particulier dues à la coloration, qui est, comme nous l'avons vu, un caractère peu important, en partie et principalement à l'état d'allongement de l'abdomen. Dans certains cas, les anneaux sont très-écartés les uns des autres, l'extrémité anale est pointue, la forme générale est celle d'une amande; si les anneaux sont contractés, la forme est beaucoup plus ramassée : elle est à peu près elliptique; dans ce cas, il n'est pas rare que la gaîne du suçoir dépasse l'extrémité de l'abdomen contracté de l'animal. Malgré des variations notables dans la longueur de la gaîne, on devra éviter de se laisser tromper par une grossière erreur, assez facile cependant à commettre; il arrive quelquefois que cette gaîne, se repliant deux fois sur elle-même, semble être de beaucoup raccourcie; un examen comparatif et minutieux permet de se mettre à l'abri de cette méprise. Malgré ces différences de formes, il est très-aisé de reconnaître à première vue, et sans connaître la longueur de l'insecte, si l'on a affaire ou non à un jeune; la longueur des appendices et les poils robustes qu'ils présentent sont un caractère excellent et invariable.

» Les individus hibernants, comme le montre l'observation directe, ne diffèrent en rien des précédents; ils en proviennent sans que ces individus se soient en rien modifiés dans leur organisation. Ils ont pris uniquement une couleur plus foncée, une forme plus aplatie.

» On doit cependant signaler la couleur de leurs globules graisseux qui paraît un peu rosée et non jaune comme chez les individus ordinaires. La forme spéciale que prennent les jeunes hibernants paraît pouvoir être déterminée par des causes autres que l'abaissement de la température. Des boutures phylloxérées d'aramon et de carignan, conservées sans terre dans un large vase de grès, l'été dernier, se desséchèrent petit à petit; les racines moururent peu à peu et furent envahies par des champignons bien communs dans les bûchers, des *Rhizomorpha;* elles ne présentaient plus, après plusieurs semaines, qu'une zone très-restreinte de tissu non encore

(1) J'ai cependant rencontré deux jeunes des galles parmi les autres, qui étaient d'un tiers plus petits que les autres et qui, *non contractés*, n'avaient pas une taille supérieure à $0^{mm},29$. Sauf les différences de longueur et de diamètre, ils étaient en tout semblables aux autres.

entièrement altéré; c'était à l'endroit où elles prenaient naissance que se trouvait cette partie moins décomposée que le reste. Un certain nombre de Phylloxeras s'y étaient réunis, ou plutôt entassés et fixés; ils étaient tous bruns, malgré la saison où ces parasites sont d'ordinaire très-jaunes; ils étaient cependant vivants, mais peu actifs, aplatis, immobiles; c'étaient tous des jeunes. Le manque de nourriture, les mauvaises conditions dans lesquelles ils se trouvaient, la température relativement peu élevée à laquelle ils étaient exposés (14 degrés) avaient retardé leur accroissement; on les aurait pris pour des individus hibernants; pas une mère pondeuse ne fut trouvée parmi eux : les causes qui avaient enrayé le développement des jeunes avaient déterminé la mort des autres.

» Ainsi donc on peut dire que l'activité des jeunes peut être arrêtée par des conditions défavorables de température et de nutrition, et que, dans ces circonstances, leur accroissement demeure suspendu jusqu'à ce que des conditions meilleures se présentent. On n'est donc pas, en réalité, en présence d'un état particulier, d'une forme spéciale et distincte des autres; c'est purement et simplement la forme du jeune, momentanément arrêté dans son développement. Cela permet d'apprécier avec plus d'exactitude la modification que subit le Phylloxera pendant l'hiver; cela montre bien la cause pour laquelle il est moins sensible aux agents toxiques, puisque ses fonctions d'absorption, dont le résultat est son développement, sont suspendues.

» Si ces trois sortes d'individus sont identiques entre eux, il est loin d'en être de même pour les jeunes qui proviennent des œufs des ailés. Ces individus, découverts par M. Balbiani, chez le Phylloxera du chêne, diffèrent des autres à plus d'un égard, et ne peuvent être confondus avec eux. J'en ai rencontré deux, tous deux en train d'éclore et encore engagés dans la membrane brisée de l'œuf, par la partie postérieure de leur corps. J'ignore s'ils sont du même sexe ou à quel sexe ils appartiennent; ils sont, à première vue, assez semblables aux autres jeunes; leur taille égale celle des plus grands, 0,441; ce nombre est fourni par celui des deux individus observés qui est le moins déformé. Vu par la partie dorsale, ce dernier présente le même nombre d'articles au thorax et à l'abdomen que les autres individus; vu par la partie abdominale, ce qui frappe, au premier coup d'œil, c'est l'absence de suçoir. Observé à sec et sans verre mince, il laisse apercevoir le rudiment des pièces de la bouche; la peau forme, en ce point, une sorte de mamelon ayant à peu près l'apparence qu'offre à la base l'ensemble de toutes ces pièces réunies, moins la gaîne du suçoir; ce

mamelon est terminé par un bouton arrondi. Un liquide et l'écrasement font disparaître cette apparence.

» Une autre particularité, qui est très-frappante chez les deux individus que je possède, c'est que la forme des antennes et des pattes n'est pas celle des jeunes; elles ne sont pas munies de ces poils robustes dont il a été question plus haut. Les antennes sont formées de deux articles presque cylindriques et non globuleux, ce qui différencie immédiatement ces individus des autres. Quoique les tarses n'offrent qu'un seul article, les antennes offrent plutôt l'apparence de celles d'adultes, et non de jeunes; elles ont comme les pattes une couleur foncée qu'on ne retrouve qu'après la première mue et qui ne se voit *jamais* chez les jeunes ordinaires ni même chez les individus hibernants, dont les téguments sont cependant très-foncés. L'un de mes deux individus sexués, préparé aussitôt après avoir été trouvé, présente des téguments incolores, qui ont été un peu déformés par la préparation; l'autre fut conservé plus de deux jours en chambre humide; la membrane externe s'est un peu raffermie : elle est brune.

» Ainsi donc les individus sexués ne sont pas des jeunes; ils constituent une forme spéciale du *Phylloxera vastatrix;* ils diffèrent des générations qui procèdent de l'œuf des individus aptères ordinaires, et naissent avec un ensemble de caractères non seulement internes, mais extérieurs, qui permet de les reconnaître au premier coup d'œil.

» Les deux individus ont été rencontrés parmi un grand nombre de jeunes ordinaires sur les bords d'un flacon ayant contenu un ou plusieurs individus ailés. »

PALÉOETHNOLOGIE. — *Essai sur la distribution géographique des populations primitives dans les départements de Seine-et-Marne et de la Moselle.* Mémoire de M. R. GUÉRIN. (Extrait.)

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« J'ai l'honneur d'adresser à l'Académie deux nouvelles cartes, sur lesquelles j'ai indiqué l'état de nos connaissances actuelles en ce qui concerne les populations primitives dans les départements de Seine-et-Marne et de la Moselle.

» Si l'on veut bien rapprocher la manière dont sont distribuées les stations humaines découvertes par M. V. Simon du même mode de groupement tracé sur notre carte du département de la Meurthe, on peut

constater que ces deux « recherches » concourent au même résultat, à savoir l'affirmation de la loi que j'ai déjà formulée dans une Note précédente, sur l'importance de l'étude des vallées. »

M. É. Martin soumet au jugement de l'Académie une « Étude électrochimique sur le soufre, le carbone, le phosphore et les états allotropiques qui leur sont attribués ».

Cette Communication, qui fait suite à un précédent travail, présenté en août 1873, « Sur un principe d'union de la Chimie universelle », sera renvoyé à la Commission nommée pour ce dernier travail, Commission qui se compose de MM. Fremy, Ch. Robin, Berthelot. Sur la demande de l'auteur, on renverra également à la même Commission un Mémoire présenté par lui en mars 1870 : « Étude électrochimique sur l'ozone ».

M. Gillet-Damitte adresse l'observation d'un nouveau fait, constaté par M. E. Masson d'Andres, attestant l'efficacité du sirop de *Galega*.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. G. de Coninck adresse des observations relatives à la distribution des saisons à la surface de la Terre et à la chaleur émise par la Lune.

(Renvoi à l'examen de M. Edm. Becquerel.)

M. J. Leconte adresse une Note relative au tremblement de terre ressenti à Barcelone le 27 novembre 1873.

L'auteur conclut, de diverses particularités observées, une théorie qui rattacherait les tremblements de terre aux phénomènes électriques.

(Renvoi à l'examen de M. Edm. Becquerel.)

M. Gullich adresse une Note relative à un nouveau cylindre moteur.

(Renvoi à l'examen de M. Bertrand.)

M. Bell-Pettigrew soumet au jugement de l'Académie divers ouvrages écrits en anglais, et relatifs à la locomotion aérienne. (Voir le détail au Bulletin bibliographique du 22 décembre.)

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de la Guerre** informe l'Académie que MM. *Chasles* et *Serret* sont maintenus Membres du Conseil de perfectionnement de l'École Polytechnique, pour l'année 1874, au titre de Membres de l'Académie des Sciences.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Deux volumes de M. *A. Guillemin*, intitulés « Phénomènes de la Physique (2e édition) », et « Applications de la Physique aux sciences, à l'industrie et aux arts » ;

2° Un ouvrage de M. *L. Moissenet*, intitulé « Études sur les filons du Cornwall; parties riches des filons; structure de ces parties et leurs relations avec les directions des systèmes stratigraphiques ». Cet ouvrage, qui se compose d'un volume in-8°, accompagné d'un Atlas in-4°, est le développement du Mémoire présenté par l'auteur dans la séance du 1er septembre dernier (*Comptes rendus*, t. LXXVII, p. 558);

3° La publication, faite par la Commission départementale de l'Hérault, des « Résultats des divers procédés de guérison, proposés à la Commission, pour combattre la maladie de la vigne caractérisée par le Phylloxera, procédés qui ont été appliqués dans le domaine de *las Sorres*, près Montpellier ».

ANALYSE. — *Sur les polynômes bilinéaires;* par M. C. **Jordan**.

« On sait qu'il existe une infinité de manières de ramener un polynôme bilinéaire

$$P = \Sigma A_{\alpha\beta} x_\alpha y_\beta \qquad (\alpha = 1, 2, \ldots, n, \quad \beta = 1, 2, \ldots, n)$$

à la forme canonique

$$x_1 y_1 + \ldots + x_m y_m,$$

(m étant généralement égal à n, mais s'abaissant au-dessous de ce nombre, si le déterminant des coefficients $A_{11}, \ldots, A_{nn}$ s'annule), par des transformations linéaires opérées sur les deux systèmes de variables $x_1, \ldots, x_n$, $y_1, \ldots, y_n$.

» Mais le problème de la réduction à la forme canonique devient dé-

terminé, si l'on assujettit à certaines restrictions les substitutions linéaires à opérer sur les variables, ou si l'on considère un système de deux polynômes bilinéaires.

» Parmi les diverses questions de ce genre que l'on peut se proposer, nous considérons les suivantes :

» 1° Ramener un polynôme bilinéaire P à une forme canonique simple par des substitutions *orthogonales* opérées les unes sur $x_1, \ldots, x_n$, les autres sur $y_1, \ldots, y_n$.

» 2° Ramener P à une forme canonique simple par des substitutions linéaires quelconques, mais opérées *simultanément* sur les x et sur les y.

» 3° Ramener simultanément à une forme canonique deux polynômes P et Q par des substitutions linéaires quelconques, opérées *isolément* sur chacune des deux séries de variables.

» Le premier de ces problèmes est nouveau, si nous ne nous trompons. Le deuxième a déjà été traité (dans le cas où n est pair) par M. Kronecker (*Monatsbericht* du 15 octobre 1866), et le troisième par M. Weierstrass (*ibid.*, 18 mai 1868); mais les solutions données par les éminents géomètres de Berlin sont incomplètes, en ce qu'ils ont laissé de côté certains cas exceptionnels qui, pourtant, ne manquent pas d'intérêt. Leur analyse est en outre assez difficile à suivre, surtout celle de M. Weierstrass. Les méthodes nouvelles que nous proposons sont, au contraire, extrêmement simples et ne comportent aucune exception.

» *Problème I.* — On voit aisément que les maxima et minima de P, pour les valeurs de $x_1, \ldots, x_n$, et de $y_1, \ldots, y_n$, qui satisfont aux relations

$$x_1^2 + \ldots + x_n^2 = 1, \quad y_1^2 + \ldots + y_n^2 = 1,$$

sont les racines de l'équation caractéristique

$$D = \begin{vmatrix} -\lambda & 0 & \ldots & A_{11} & A_{12} & \ldots \\ 0 & -\lambda & \ldots & A_{21} & A_{22} & \ldots \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ A_{11} & A_{21} & \ldots & -\lambda & 0 & \ldots \\ A_{12} & A_{22} & \ldots & 0 & -\lambda & \ldots \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \end{vmatrix} = 0.$$

» Cette équation ne contient que des puissances paires de λ, et ses coefficients resteront invariables, quelque substitution orthogonale que l'on opère sur les x ou sur les y. Soient $\pm\lambda_1, \ldots, \pm\lambda_n$ ses racines. On pourra

ramener P à la forme canonique

$$\lambda_1 x_1 y_1 + \ldots + \lambda_n x_n y_n.$$

Ce résultat ne pourra être obtenu que d'une seule manière si $\lambda_1, \ldots, \lambda_n$ sont distinctes; d'une infinité de manières dans le cas contraire. Dans l'un et l'autre cas il sera aisé de calculer les transformations qui conduisent au but.

» *Problème II.* — On peut poser

$$P = \Pi + \Pi_1,$$

Π étant une fonction symétrique par rapport aux deux systèmes de variables x et y, et Π_1 changeant au contraire de signe lorsqu'on permute ces deux systèmes. Soit maintenant Ψ la forme quadratique obtenue en posant $y_1 = x_1, \ldots, y_n = x_n$ dans Π. On pourra, par une transformation convenable opérée sur les x, ramener Ψ à une somme de carrés

$$x_1^2 + \ldots + x_m^2 \qquad (m \overline{\gtrless} n),$$

et, en opérant cette même transformation à la fois sur les x et sur les y, on mettra Π sous la forme

$$\Pi = x_1 y_1 + \ldots + x_m y_m.$$

Quant à Π_1, il sera évidemment de la forme

$$\Pi_1 = \Sigma B_{\alpha\beta}(x_\alpha y_\beta - x_\beta y_\alpha) \qquad \begin{pmatrix} \alpha = 1, \; 2, \ldots, \; n \\ \beta = 1, \; 2, \ldots, \; \alpha - 1 \end{pmatrix}.$$

Il reste à simplifier cette expression par une substitution linéaire qui n'altère pas la forme réduite déjà obtenue pour Π.

» Supposons, pour plus de généralité, que l'on ait $m < n$, et considérons ceux des coefficients $B_{\alpha\beta}$ pour lesquels α et β sont tous deux $> m$. Si l'un d'eux, $B_{n,n-1}$, par exemple, diffère de zéro, on pourra opérer un changement de variables qui n'altère pas Π et qui réduise Π_1 à la forme plus simple

$$\Pi_1 = x_n y_{n-1} - x_{n-1} y_n + \Pi'_1,$$

Π'_1 étant de même forme que Π_1, mais ne contenant plus les variables x_{n-1}, x_n, y_{n-1}, y_n. On simplifiera de même la forme de Π'_1, s'il y a lieu, de manière à avoir finalement

$$\Pi_1 = x_n y_{n-1} - x_{n-1} y_n + \ldots + x_{n-2p+2} y_{n-2p+1} - x_{n-2p+1} y_{n-2p+2} + \Pi_2,$$

Π_2 étant de la forme

$$\Pi_2 = \Sigma B_{\alpha\beta}(x_\alpha y_\beta - x_\beta y_\alpha) \qquad \begin{pmatrix} \alpha = 1, 2, \ldots, n-2p \\ \beta = 1, 2, \ldots, \alpha - 1 \end{pmatrix},$$

et les coefficients $B_{\alpha\beta}$ étant nuls, toutes les fois qu'on aura simultanément $\alpha > m$, $\beta > m$.

» Considérons maintenant ceux des coefficients $B_{\alpha\beta}$ pour lesquels on a $\alpha > m$, $\beta \overline{\gtrless} m$. Supposons, pour plus de généralité, que l'un d'eux, par exemple $B_{n-2p,m}$, soit différent de zéro. On pourra, par une substitution convenable, qui n'altère pas la forme de Π, réduire Π_2 à la forme

$$\Pi_2 = x_{n-2p} y_m - x_m y_{n-2p} + \Pi'_2,$$

Π'_2 étant de même forme que Π_2, mais ne contenant plus les variables x_m, x_{n-2p}, y_m, y_{n-2p}.

» On simplifiera de même la forme de Π'_2 s'il y a lieu, et l'on aura enfin

$$\Pi_2 = x_{n-2p} y_m - x_m y_{n-2p} + \ldots + x_{n-2p-q} y_{m-q} - x_{m-q} y_{n-2p-q} + \Pi_3,$$

Π_3 ne contenant plus que les variables $x_1, \ldots, x_{m-q-1}$, $y_1, \ldots, y_{m-q-1}$.

» Soit

$$\Pi_3 = \Sigma B_{\alpha\beta}(x_\alpha y_\beta - x_\beta y_\alpha) \qquad \begin{pmatrix} \alpha = 1, 2, \ldots, m-q-1 \\ \beta = 1, 2, \ldots, \alpha - 1 \end{pmatrix}.$$

Supposons que l'un de ses coefficients, B_{12} par exemple, soit $\gtrless 0$. On déterminera aisément une substitution orthogonale qui n'altère pas Π et réduise Π_3 à la forme plus simple

$$\Delta_1(x_2 y_1 - x_1 y_2) + \Pi'_3,$$

Δ_1 étant une constante et Π'_3 ne contenant plus les variables x_1, x_2, y_1, y_2. Si l'un des coefficients de Π'_3 n'est pas nul, on opérera de même, de manière à ramener finalement Π_3 à la forme

$$\Delta_1(x_2 y_1 - x_1 y_2) + \Delta_2(x_4 y_3 - x_3 y_4) + \ldots + \Delta_5(x_{2\rho} y_{2\rho-1} - x_{2\rho-1} y_{2\rho}).$$

La réduction se trouve ainsi terminée, et l'on obtient cette proposition :

» *Un polynôme bilinéaire peut toujours être ramené, par une substitution convenable opérée sur les deux systèmes de variables x et y, à une forme telle, qu'elle soit la somme de fonctions bilinéaires de l'une des formes suivantes :*

$$x_1 y_1 + x_2 y_2 + \Delta(x_2 y_1 - x_1 y_2),$$
$$x_{2\rho+1} y_{2\rho+1},$$
$$x_m y_m + x_{n-2p} y_m - x_m y_{n-2p},$$
$$x_n y_{n-1} - x_{n-1} y_n.$$

» Chacune de ces fonctions partielles contient, comme on le voit, deux ou quatre variables.

Problème III. — Posons

$$R = pP + qQ,$$

p et q étant des constantes déterminées par la condition que R ait son déterminant nul. Choisissons les variables de manière à ramener R à sa forme canonique

$$x_1 y_1 + \ldots + x_m y_m \qquad (m < n).$$

» On voit, par une discussion très-simple, que l'on peut transformer les variables de manière à ne pas altérer la forme de R et à mettre Q sous la forme $\mathfrak{B} + \mathfrak{Q}$, $\mathfrak{B}$ étant de l'une des trois formes suivantes :

$$\mathfrak{B} = XY,$$
$$\mathfrak{B} = Xy_1 + x_1 y_2 + \ldots + x_{k-1} y_k, \qquad (k \leqq m),$$
$$\mathfrak{B} = Xy_1 + x_1 y_2 + \ldots + x_{k-1} y_k + x_k Y$$

où X, Y sont des variables non contenues dans R, et $\mathfrak{Q}$ ne contenant aucune des variables qui figurent dans $\mathfrak{B}$ ni la variable x_k.

» Donc, pour ramener à une forme simple P et Q, ou, ce qui revient au même, R et Q, il suffira de ramener à une forme simple les fonctions $\mathfrak{R} = x_{k+1} y_{k+1} + \ldots + x_m y_m$ et $\mathfrak{Q}$, qui contiennent moins de variables que les proposées.

» Le cas considéré par M. Weierstrass est celui où, parmi les fonctions de la forme $pP + qQ$, il en est une dont le déterminant ne soit pas nul. Nous montrons que, dans ce cas, la réduction simultanée des deux fonctions P et Q est un problème identique à celui de la réduction d'une substitution linéaire à sa forme canonique. »

ASTRONOMIE. — *Sur la constitution physique du Soleil. Réponse aux critiques de M.* Faye. Note de M. **E. Vicaire.** (Extrait.)

« Les critiques formulées par M. Faye, au sujet des idées que j'ai émises sur la constitution du Soleil, portent en premier lieu sur la méthode que j'ai suivie. L'éminent astronome suppose que, ayant adopté de prime abord une hypothèse tirée par analogie de quelques faits géologiques, je l'ai purement et simplement appliquée au Soleil, sauf à arranger les faits suivant les besoins de la cause. A part ce dernier point, on pourrait soutenir que c'est là une méthode fort acceptable, surtout si l'on considère que l'hypo-

thèse géologique dont il s'agit repose sur des faits nombreux, et que l'analogie entre l'histoire de la Terre et celle du Soleil est une conséquence nécessaire de l'hypothèse nébulaire de Laplace, point de départ de M. Faye lui-même. Mais, en réalité, j'ai procédé autrement, ainsi que cela résulte du Mémoire que j'ai présenté à l'Académie le 26 août 1872 et dont un Extrait figure aux *Comptes rendus*.

» J'ai démontré d'abord l'impossibilité d'expliquer les taches et les autres détails de la surface solaire sans admettre l'existence d'un noyau moins chaud et moins lumineux que cette surface. J'en ai conclu que le rayonnement de la photosphère ne peut pas être entretenu par de la chaleur emmagasinée dans la masse de l'astre, mais seulement par une cause actuelle de la chaleur; puis je suis arrivé à reconnaître que la masse intérieure ne peut être ni gazeuse ni solide, mais bien liquide. Jusque-là, j'ai tâché de procéder uniquement par voie de raisonnement rigoureux, et je crois avoir le droit de dire comme M. Faye, et, sauf erreur de ma part, avec plus de fondement, que je n'ai pas fait d'hypothèse.

» Dans mes dernières Communications, poussant plus loin cette étude, j'admets que la cause actuelle qui entretient la haute température de la photosphère est une combustion. Peut-être, en passant en revue toutes les causes imaginables, et procédant par élimination, arriverait-on à voir là encore une conclusion obligatoire; mais, si l'on préfère y voir une hypothèse qu'il faudra vérifier par ses conséquences, je ne chercherai pas à m'en défendre; car il est, je crois, impossible de traiter une question comme celle de la constitution du Soleil sans entrer, à un moment donné, dans cette voie. Comme garantie que je ne me suis pas écarté, en cette circonstance, d'une saine méthode scientifique, je puis invoquer de la manière la plus directe l'imposante autorité de Newton. En effet, après avoir formulé la deuxième de ses quatre règles physiologiques, savoir : « Qu'aux effets » naturels de même genre il faut assigner les mêmes causes autant que » possible », Newton l'applique, à titre d'exemple, au Soleil, dont la lumière, selon lui, doit avoir la même cause que celle de nos foyers : *Uti... lucis in igne culinari et in sole* (1).

» Ce point admis, tout le reste suit presque forcément. Au commencement de mes recherches, imbu des idées qui ont cours sur l'impossibilité d'une vaste atmosphère autour du Soleil, j'avais cherché à trouver dans le globe solaire lui-même les deux termes de la combustion; je le supposais

(1) *Princ. math.*, lib. tertius, *Regulæ philosophandi.*

formé d'un mélange de matières, les unes combustibles, les autres riches en oxygène, comme serait un globe de poudre à canon brûlant dans le vide. Les difficultés de cette hypothèse me la firent abandonner, et cela répond en partie au reproche que me fait M. Faye, de plier les faits à mes conceptions.

» Je fus conduit alors à reprendre la question de l'atmosphère solaire; je reconnus l'insuffisance des objections qui en ont fait rejeter l'idée, et la facilité avec laquelle elle explique les phénomènes mystérieux de la lumière zodiacale, des comètes, de la force ascensionnelle des protubérances; je fus, en outre, frappé de l'analogie qui se présentait avec les conclusions de la Géogénie, analogie qui n'est donc pas mon point de départ, mais une vérification précieuse ou plutôt nécessaire.

» Voilà pour la méthode. Quant aux résultats auxquels elle m'a conduit, les objections de M. Faye sont de deux sortes : il y a des objections générales, principalement d'ordre mécanique, et des objections de détail, relatives aux divers phénomènes de la surface solaire. Je serai bref sur ces dernières, car une lecture attentive des explications que j'ai déjà données suffira, je crois, aux personnes que la question intéresse, pour trouver la réponse à la plupart des objections. Elles verront, par exemple, que je n'ai jamais parlé de nappes de scories formées *dans* la photosphère. J'ai parlé de masses plus ou moins volumineuses, suivant l'abondance des matériaux, leur fusibilité, l'épaisseur locale de la photosphère, etc. J'ai dit expressément que, pour les taches de quelque étendue, la nappe scoriacée se forme à la surface même du noyau liquide, par l'entassement de blocs tombés dans la même région. Je n'ai parlé nulle part d'un mouvement des taches vers l'équateur; quant à la relation entre la vitesse des taches sur chaque parallèle et le nombre des taches ou protubérances qui s'y produisent (mais non qui y existent actuellement, comme M. Faye l'a compris), ce n'est point arbitrairement que je l'ai admise. J'ai pris, dans un tableau publié par M. Faye, d'après M. Carrington, d'une part les vitesses et d'autre part les nombres de taches aux diverses latitudes; j'en ai formé des courbes et j'ai trouvé une analogie frappante dans la manière dont les ordonnées de ces courbes varient avec la latitude.

» J'ajouterai que, s'il m'était donné de répéter devant M. Faye les expériences fort simples que j'ai décrites, il acquerrait la conviction que mes taches ne sont pas dépourvues de pénombre et qu'un jet de gaz normal à une flamme peut y produire, suivant sa vitesse, un trou noir ou un renforcement.

» Je passe aux objections générales.

» La première est l'incompatibilité prétendue de ma théorie avec l'hypothèse nébulaire de Laplace. Sans examiner s'il n'y a pas là quelque contradiction avec le reproche que M. Faye me fait, d'autre part, d'avoir pris pour base une hypothèse, je ne ferai aucune difficulté d'avancer que je me suis d'abord préoccupé uniquement d'expliquer les phénomènes actuels. Ce n'est qu'en second lieu que j'ai abordé la question d'origine. Je ne suis pas encore en mesure de la traiter explicitement; mais je puis indiquer le principe à l'aide duquel j'espère me rattacher aux idées qui sont généralement admises aujourd'hui sur la formation du système solaire.

» Primitivement, une température énorme maintenait les éléments de la nébuleuse solaire à l'état de gaz dissociés. A mesure qu'elle se refroidissait, des combinaisons ont pu commencer à se former; en même temps, la pression croissait au centre, puisque le rapprochement des parties augmentait l'intensité de la pesanteur. A un moment donné, une condensation a pu avoir lieu, soit qu'une combinaison fixe se fût produite, soit par l'effet de la pression. Le noyau ainsi formé à la température de la nébuleuse, ayant un pouvoir rayonnant beaucoup plus grand, a dû se refroidir bien vite et par là accélérer énergiquement la condensation. Que les métaux ou des corps tels que les hydrocarbures se soient condensés les premiers, tandis que l'oxygène restait dans l'enveloppe gazeuse, il n'y a rien là que de très-naturel. Plus tard, un moment est venu où un phénomène inverse a commencé à se produire, c'est-à-dire la combustion du noyau central : c'était la période stellaire.

» Avant cette série de phénomènes, la masse formait sans doute une nébuleuse irrégulière ou instable (résoluble?), dont les éléments incohérents, en se précipitant les uns sur les autres, ont développé une chaleur intense. C'est alors qu'elle a passé à l'état de nébuleuse ronde ou elliptique, avec condensation croissant au centre, puis à l'état d'étoile nébuleuse et enfin d'étoile.

» Cette théorie n'est donc pas seulement conforme aux lois de la Physique; elle s'accorde avec les faits que nous révèle l'inspection du ciel étoilé. La contraction en bloc qu'admet M. Faye exclut toutes ces analogies. Il est d'ailleurs absolument inadmissible que cette contraction ait été, comme le pense l'éminent astronome, accompagnée d'un échauffement.

» La théorie que je propose ne s'accorde pas moins bien avec les con-

sidérations géologiques de M. le Dr Blandet. Par le rapprochement, on voit que la période stellaire du Soleil a dû commencer vers la fin de l'histoire géologique de notre globe.

» Il est d'ailleurs évident que le noyau central a dû prendre une rotation plus rapide que celle de l'enveloppe, puisque les matières qui s'y rassemblaient conservaient, au moins en partie, leur vitesse initiale. Si cet état de choses subsiste encore dans le Soleil, malgré le frottement, c'est que les phénomènes éruptifs, taches et protubérances, par la force d'impulsion qu'ils produisent et qui se manifeste à nous par un accroissement de vitesse vers l'équateur, compensent cette action retardatrice.

» Quant à l'assimilation de la lumière zodiacale à une atmosphère du Soleil, je serais tenté de dire que l'identité du plan de symétrie de cette nébulosité avec le plan de l'équateur solaire forme, à elle seule, une démonstration saisissante. Que si, pour la formation de la queue des comètes, il faut qu'elle dépasse l'orbite de Mars, je vois là aussi bien une preuve qu'une objection, puisque déjà la partie qui est assez dense pour être visible dépasse l'orbite terrestre.

» Enfin les difficultés que peut soulever la présence de quatre grosses planètes, d'un satellite, etc., au milieu de cette atmosphère, se résolvent par une question de densité relative, ainsi que M. Faye l'a montré à propos de sa force répulsive. Les mêmes considérations s'appliquent ici, sans changement aucun.

» Reste la question de la durée du Soleil dans sa phase stellaire. Elle fera, si l'Académie veut bien me le permettre, l'objet d'une Communication spéciale. »

OPTIQUE. — *Note sur un procédé destiné à mesurer l'intensité relative des éléments constitutifs des différentes sources lumineuses;* par M. **H. Trannin.**

« On sait quelles difficultés on rencontre quand on veut mesurer les intensités relatives des diverses sources lumineuses, à cause de leurs colorations différentes. En outre, on est dans une ignorance absolue sur la composition de ces sources lumineuses, sous le rapport des couleurs simples qui les constituent, parce que la comparaison des spectres de ces lumières crée pour l'œil une épreuve très-délicate et très-difficile, et qui n'a donné jusqu'à présent aucun résultat certain.

» Dans le travail que je poursuis, je me suis proposé de comparer les diverses couleurs simples par un procédé indépendant du jugement direct

de l'œil, en suivant une marche qui n'est pas sans quelque analogie avec celle qu'a imaginée M. Wild, dans ses recherches photométriques.

» Mon appareil se compose :

» 1° De deux petits prismes rectangles à réflexion totale, superposés et tournés en sens inverse, de manière à renvoyer dans la même direction, et l'un au-dessus de l'autre, les faisceaux lumineux émanant des deux luminaires placés de part et d'autre de ces prismes, sur une ligne qui est perpendiculaire à l'axe commun du double faisceau réfléchi sur les faces hypoténuses.

» 2° Ces prismes sont placés devant une fente étroite, dont la hauteur est ainsi partagée en deux parties, en général différemment éclairées. Derrière la fente, se trouve un collimateur qui rend parfaitement parallèles les rayons émanant des deux sources lumineuses; ces rayons traversent ensuite successivement un polariseur dont la section principale est verticale; une plaque de quartz, de 1 centimètre d'épaisseur environ, parallèle à l'axe, et dont la section principale fait un angle de 45 degrés avec celle du polariseur; enfin, un prisme de Rochon ou de Wollaston, ayant sa section principale parallèle à celle du polariseur, et par conséquent verticale.

» 3° Le prisme dispersif et la lunette d'un spectroscope reçoivent finalement les rayons lumineux.

» Le prisme de Rochon, outre qu'il agit comme analyseur, dédouble fortement chacun des faisceaux lumineux placés l'un au-dessus de l'autre, et l'on arrive ainsi à faire coïncider le faisceau ordinaire d'une des sources avec le faisceau extraordinaire émanant de l'autre source. Or, en général, chacun des faisceaux élémentaires sortant de la lame de quartz est polarisé elliptiquement, et l'on sait que cette espèce de lumière, après avoir traversé un analyseur biréfringent quelconque, donne deux faisceaux d'intensités inégales, polarisés à angle droit, mais dont la somme est constante et égale à la somme des carrés des vitesses parallèles aux deux axes de l'ellipse.

» Le faisceau, après avoir traversé le prisme de Rochon, donnera donc au foyer de la lunette un spectre formé de plusieurs bandes horizontales; celle du milieu sera due à la superposition du faisceau ordinaire venant d'une partie de la fente avec le faisceau extraordinaire venant de l'autre partie, et par suite sera pour l'œil comme si elle était complétement dépolarisée, si ces deux portions sont éclairées également. On verra alors au-dessus et au-dessous de cette région moyenne deux spectres cannelés, les franges obscures de l'un alternant avec celles de l'autre, et, entre les

deux, la bande lumineuse moyenne sans aucune frange, si les deux parties de la fente reçoivent des lumières semblablement composées et d'intensités égales.

» Si cette égalité pour une partie déterminée du spectre n'existe pas, les franges devront apparaître de nouveau dans cette partie, et l'on pourra les faire disparaître en diminuant l'intensité du faisceau prédominant : il suffira, pour cela, d'éloigner l'une des lumières du prisme à réflexion totale correspondant, ou d'interposer, entre l'œil et l'oculaire, un Nicol tournant au centre d'un cercle divisé.

» Le système des prismes employés pour la dispersion, polarisant légèrement la lumière dans un plan perpendiculaire à la section principale de ces derniers, on doit corriger cette cause d'erreur, soit avec une glace inclinée, comme l'ont fait MM. Fizeau et Foucault, ou bien en faisant deux observations successives, après avoir fait tourner le Rochon de 180 degrés.

» Je n'ai pas encore terminé complétement l'installation de l'appareil dont je compte me servir, mais les essais préliminaires que j'ai déjà faits d'après cette méthode ont complétement réussi et me font espérer que je pourrai arriver à résoudre ainsi une des questions qui me semblent des plus importantes dans la photométrie.

» Je crois pouvoir aussi, en suivant la même voie, arriver à déterminer, avec plus de précision qu'on ne l'a fait jusqu'à ce jour, les pouvoirs absorbants des milieux colorés. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *De la composition chimique de certains parenchymes des végétaux.* Note de M. **Maudet**, présentée par M. Fremy (Extrait.)

« On a admis, pendant longtemps, d'après les travaux de Payen, que le squelette des végétaux est formé principalement de cellulose et d'une substance indéterminée, qui a été désignée sous le nom de *matière incrustante*. Il résulte des recherches de M. Fremy que ces tissus sont beaucoup plus complexes qu'on ne pensait. On y trouve un certain nombre de substances isomériques, que M. Fremy a désignées sous le nom de *corps cellulosiques*, et que l'on peut distinguer les uns des autres par quelques réactifs assez simples. Il existe, en outre, dans le tissu des végétaux, une série de corps absolument différents des précédents, par leur composition et leurs propriétés générales, et que M. Fremy a nommés *corps épiangiotiques*. On rencontre ces derniers, en proportions variables, dans le tissu ligneux, dans les vaisseaux, dans le liége et dans les cuticules.

» Ces différents corps étant bien spécifiés, M. Fremy a pensé qu'il serait enfin possible d'aborder l'analyse quantitative des différents tissus des végétaux. C'est ce travail d'analyse quantitative que M. Fremy a commencé, en collaboration avec M. Terreil. Ces deux chimistes ont fait connaître une méthode qui permet de doser les principes élémentaires qui forment le tissu ligneux.

» Suivant les indications qu'a bien voulu me donner M. Fremy, à qui je suis heureux d'exprimer ici ma vive gratitude, j'ai entrepris, dans son laboratoire du Muséum, un travail de même nature sur les parenchymes qui existent dans les moelles, les écorces, les feuilles, les fleurs, les fruits, etc. Le papier de riz (moelle de l'*Aralia papyrifera*) et la moelle de sureau offrant ces parenchymes dans un grand état de pureté, c'est sur ces tissus que mes recherches ont principalement porté. Je résumerai ici, en peu de mots, les résultats principaux de cette étude.

» Le papier de riz est essentiellement formé, d'après mes observations, de deux parties bien différentes : l'une se compose de corps cellulosiques, l'autre de principes pectiques.

» Les corps cellulosiques sont de deux espèces : l'un se dissout immédiatement dans le réactif ammoniaco-cuivrique : c'est la cellulose de Payen; l'autre ne devient soluble dans ce réactif qu'après l'action de la potasse, des acides étendus, du chlorure de zinc, ou sous l'influence de la chaleur. C'est cette dernière substance que M. Fremy a désignée sous le nom de *médullose*.

» Les principes pectiques du papier de riz sont principalement le pectate de chaux et la pectose. Le pectate de chaux joue, dans ce tissu, un rôle physiologique qui avait été déjà signalé par Payen. Il sert à relier entre elles les cellules du tissu, et à tel point que, lorsqu'on détruit le pectate de chaux par les réactifs, le tissu du papier de riz se trouve immédiatement désagrégé, et les cellules isolées nagent dans le liquide.

» Toutes les moelles sont loin de présenter la même composition chimique. C'est ainsi que la moelle de sureau ne contient pas sensiblement de pectate de chaux; mais on y trouve en abondance une de ces substances épiangiotiques qui existent dans le bois, et que M. Fremy désigne sous le nom de *vasculose*. Cette substance est insoluble dans $SO^3, 2HO$; elle se dissout dans l'acide azotique, dans le chlore et dans les lessives de potasse concentrées, agissant sous pression.

» Je me contenterai de dire ici que, en appliquant à l'analyse quantitative l'étude complète que j'ai faite des éléments précédents, il m'a été

possible, par l'emploi d'un certain nombre de réactifs simples, de déterminer avec quelque exactitude la composition immédiate des parenchymes, comme MM. Fremy et Terreil avaient fait précédemment pour les tissus ligneux.

» Les composés pectiques ont été dosés, en opérant leur solution par un traitement à la potasse bouillante. La proportion de pectate de chaux, en particulier, a été déterminée en faisant agir sur le parenchyme, d'abord de l'acide chlorhydrique très-étendu, qui opérait la décomposition du sel, et ensuite l'ammoniaque, qui dissolvait l'acide pectique.

» Les corps cellulosiques ont été dosés en débarrassant le parenchyme des composés pectiques, par un traitement à la potasse bouillante et à l'acide chlorhydrique très-étendu. La proportion de médullose a été déterminée en séparant d'abord toute la cellulose immédiatement soluble dans le réactif ammoniaco-cuivrique; les composés pectiques qui ont résisté ont été enlevés par la potasse bouillante. Il reste alors de la médullose, qui a été transformée en cellulose soluble par l'action des acides et des alcalis.

» Quant à la *vasculose* qui existe dans la moelle de sureau principalement, j'en ai déterminé la proportion, soit en la dissolvant dans le chlore ou l'acide azotique, soit en la séparant des principes cellulosiques au moyen de $SO^3, 2HO$. Ces réactifs énergiques ont été employés avec des précautions qui préservaient, autant que possible, de l'altération, les éléments que je me proposais de doser.

» Dans l'analyse des parenchymes de certaines moelles, et surtout dans celle de la moelle de sureau, j'ai encore rencontré la substance cellulosique, la plus stable de toutes, qui ne devient soluble dans le réactif ammoniaco-cuivrique qu'après l'action du chlore, de l'acide azotique ou de la potasse sous pression, et que M. Fremy a désignée sous le nom de *fibrose*.

» On me permettra de signaler ici un fait qui me paraît curieux : j'ai reconnu que les actions chimiques qui transforment la fibrose ou la médullose en cellulose soluble sont justement celles qui produisent les altérations ou les transformations des corps épiangiotiques et des composés pectiques qui accompagnent ces sortes de celluloses dans le tissu végétal. Ne pourrait-on pas en conclure que cette fibrose et cette médullose sont de la cellulose unie plus ou moins intimement, par affinité capillaire, aux corps épiangiotiques et pectiques?

» Je donnerai, en terminant, la composition moyenne d'un paren-

chyme, tel que celui du papier de riz, qui est caractérisé par la présence du pectate de chaux.

» Ce tissu contient de 47 à 50 pour 100 de corps cellulosiques, et 50 à 53 pour 100 de composés pectiques.

» Les corps cellulosiques sont, principalement, la cellulose de Payen et la médullose. Ces deux corps se trouvent ordinairement dans le rapport de 37 pour 100 de cellulose et 10 pour 100 de médullose.

» Les composés pectiques, solubles dans la potasse, sont formés principalement de pectate de chaux, qui s'y trouverait dans la proportion de 35 à 40 pour 100. Le résidu de 10 à 15 pour 100, également soluble dans la potasse, paraît être surtout formé de pectose.

» J'ai dit que la moelle de sureau ne contient pas sensiblement de composés pectiques, mais qu'on y trouve un corps épiangiotique, qui est de la *vasculose* et dont la proportion est de 25 à 30 pour 100.

» Ces déterminations analytiques présentent de grandes difficultés, et je ne les donne pas comme absolument exactes : seulement elles démontrent que le tissu ligneux, dont les éléments ne pouvaient pas être dosés autrefois, peuvent être aujourd'hui appréciés d'une manière approximative.

» Il est curieux de voir des corps auxquels on assigne le même rôle physiologique présenter une composition chimique aussi dissemblable. L'un, le papier de riz, se rapproche, par sa composition, du parenchyme des écorces; l'autre, la moelle de sureau, paraît constitué comme le bois lui-même. Ces deux espèces de moelle se trouvent dans un grand nombre de végétaux. »

CHIMIE. — *Nouvelles recherches sur la préparation du kermès; action des carbonates alcalins et des bases alcalino-terreuses sur le sulfure d'antimoine.* Note de M. A. Terreil, présentée par M. Fremy.

« En poursuivant mes recherches sur les composés de l'antimoine, je me suis occupé de la préparation du kermès; dans cette étude, j'ai été frappé des irrégularités qu'on observe, dans cette préparation, relativement à la quantité de produit qu'on obtient, lorsqu'on emploie du carbonate de soude ou du carbonate de potasse, ou lorsqu'on opère par voie humide ou par voie sèche. J'ai recherché les causes de ces irrégularités en comparant l'action des carbonates de potasse et de soude purs sur le sulfure d'antimoine, quand on agit par voie sèche et par voie humide; j'ai également examiné l'action des bases alcalino-terreuses hydratées sur

le même sulfure. Ce sont les résultats de ces recherches que je résume ici :

1° Par voie humide, pour produire le kermès, par l'action du carbonate alcalin sur le sulfure d'antimoine, il faut que le carbonate soit décomposé en acide carbonique et en alcali; ce dernier passe en partie à l'état de sulfosel d'antimoine, et en partie à l'état d'antimonite. Le sulfosel en dissolution bouillante dissout un excès de sulfure d'antimoine, et c'est cet excès de sulfure dissous qui se reprécipite mélangé d'antimonite peu soluble et qui constitue le kermès. Le carbonate de soude seul peut produire cette réaction.

» 2° Le carbonate de potasse n'est point décomposé, par voie humide, par le sulfure d'antimoine; on n'obtient donc dans ce cas ni kermès ni sulfosel d'antimoine avec le carbonate de potasse. Ce caractère, tout à fait inattendu, permet de constater la présence de la soude, même en quantité infiniment petite, dans les carbonates de potasse du tartre et dans le bicarbonate de potasse, sels que l'on considère comme purs et avec lesquels j'ai toujours obtenu des quantités plus ou moins grandes de kermès, selon leur degré de pureté. J'ajouterai que, dans ce cas, la quantité de sulfure d'antimoine entrée en dissolution pourrait permettre de doser la soude.

» Pour obtenir du carbonate de potasse très-pur, j'ai dû décomposer du sulfate de potasse pur par la baryte et transformer la potasse obtenue en carbonate par l'acide carbonique. Ce carbonate de potasse pur ne dissout pas trace de sulfure d'antimoine par voie humide.

» 3° Par voie sèche le carbonate de potasse pur, fondu avec le sulfure d'antimoine, donne une masse qui, reprise par l'eau bouillante, fournit une liqueur qui laisse déposer beaucoup de kermès en se refroidissant, et qui retient peu d'antimoine en dissolution. Dans les mêmes conditions, le carbonate de soude donne une liqueur qui retient presque tout l'antimoine à l'état de sulfosel, et qui ne laisse déposer que peu de kermès.

» 4° Le sulfure d'antimoine n'attaque point le carbonate de chaux par voie humide.

» 5° Le sulfure d'antimoine est attaqué par un lait de chaux; il se produit une liqueur qui laisse quelquefois déposer, en se refroidissant, une très-petite quantité d'une substance d'un jaune de chrome, mais qui retient ordinairement tout le sulfure d'antimoine à l'état de sulfosel; elle contient également de l'antimonite de chaux, qui cristallise, plus tard, en petites tables à six faces. Au contact de l'air, sous l'influence de l'acide carbonique, la liqueur se décompose : elle laisse déposer peu à peu tout son antimoine à l'état de kermès brun foncé.

» 6° Les hydrates de baryte et de strontiane n'attaquent point le sulfure d'antimoine.

» Il résulte des faits que je viens de résumer :

» Que la préparation du kermès, par voie humide, ne peut se faire qu'avec le carbonate de soude;

» Que, par la voie sèche, le carbonate de potasse produit plus de kermès que le carbonate de soude;

» Que le carbonate de potasse n'a aucune action sur le sulfure d'antimoine par voie humide, et que ce caractère devient un moyen analytique qui permet de constater la présence de la soude dans les carbonates de potasse;

» Que l'hydrate de chaux attaque, par voie humide, le sulfure d'antimoine, tandis que les hydrates de baryte et de strontiane sont sans action sur ce sulfure.

» J'ai exécuté ces recherches dans les laboratoires des Hautes Études du Muséum, dirigés par M. Fremy. »

M. **Monclar** adresse, d'Albi, une Note concernant la panification des farines fournies par diverses graines.

Le procédé, appliqué par l'auteur aux farines de lupin, de fève, de haricot, de vesce, de maïs, etc., consiste à soumettre ces farines à des lavages, pour leur enlever leur huile essentielle, jusqu'à ce qu'elles aient perdu le goût caractéristique de l'huile elle-même. La farine égouttée est ensuite mélangée à de la farine de blé, en parties égales; on pétrit en ajoutant un peu plus de levain que d'ordinaire.

M. le général **Morin** appelle l'attention de l'Académie sur la 3e livraison du tome III de la *Revue d'Artillerie*, publiée par ordre du Ministre de la Guerre. Ce numéro contient, en particulier :

Un article intéressant de MM. les capitaines Jouard et Huter, sur le matériel exposé à Vienne par M. Krupp, d'Essen, et qui est principalement construit en vue du tir contre les navires cuirassés;

Un résumé du Mémoire de M. le capitaine du génie Petit, sur les effets du tir des batteries allemandes pendant le siége de Paris, inséré au n° 21 du *Mémorial de l'Officier du Génie*, et dont on a fait connaître l'ensemble;

La suite du savant Mémoire de M. le capitaine Jouffret, sur l'établissement et l'usage des tables de tir;

Une Note sur les principes à observer pour assurer l'efficacité des pro-

jectiles de l'artillerie, traduite d'un Mémoire de M. E. Clayton, de l'artillerie royale anglaise, par M. le capitaine de Saint-Périer;

Un article de M. le capitaine Colard, sur les règles à suivre pour la rectification du tir en campagne.

Parmi les notices bibliographiques insérées dans ce numéro, il convient de signaler une analyse succincte d'un Mémoire fort important sur les siéges de Paris et de Belfort, par M. de Geldern, capitaine du génie autrichien, traduit par M. le capitaine du génie Grillon.

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 8 décembre 1873, les ouvrages dont les titres suivent :

Voyage d'exploration dans les bassins du Hodna et du Sahara; par M. VILLE, ingénieur en chef des Mines. Paris, Imprimerie impériale, 1868; 1 vol. in-4°, avec figures et cartes.

Exploration géologique du Beni Mzab, du Sahara et de la région des steppes de la province d'Alger; par M. VILLE, ingénieur en chef des Mines. Paris, Imprimerie nationale, 1872; 1 vol. in-4°, avec planches et cartes.

Remarques sur la faune sud-américaine, accompagnées de détails anatomiques, relatifs à quelques-uns de ses types les plus caractéristiques; par M. P. GERVAIS. Paris, Gauthier-Villars, 1873; in-4°. (Extrait des *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences.*)

Animaux fossiles du Mont-Léberon (Vaucluse). Étude sur les Vertébrés; par A. GAUDRY. *Étude sur les Invertébrés; par* P. FISCHER *et* R. TOURNOUER; 4e liv. Paris, F. Savy, 1873; in-4°, texte et planches.

Les phénomènes de la Physique; par A. GUILLEMIN; 2e édition. Paris, Hachette et Cie; 1 vol. grand in-8°, illustré.

Les applications de la Physique aux sciences, à l'industrie et aux arts; par A. GUILLEMIN. Paris, Hachette et Cie; 1 vol. grand in-8°, illustré.

Revue d'Artillerie; 2e année, t. III, 2e liv. Paris et Nancy, Berger-Levrault, 1873; 1 liv. in-8°. (Présenté par M. le général Morin.)

Le choléra. Étiologie et traitement; par le Dr CARON. Paris, Germer-Baillière, 1873; br. in-8°.

Le choléra à Toulouse; par M. le Dr ARMIEUX. Toulouse, imp. Douladoure, sans date; br. in-8°. (Extrait du *Bulletin des travaux de la Société de Médecine, Chirurgie et Pharmacie de Toulouse.*)

Répartition du choléra en France; par le Dr ARMIEUX. Toulouse, imp. Douladoure, sans date; br. in-8°. (Ces deux ouvrages sont présentés par M. le Baron Larrey, pour le Concours Bréant, 1874.)

Population de Toulouse et de la France en 1872; *par* le Dr ARMIEUX. Toulouse, imp. Douladoure, 1872; br. in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

La Corse et son recrutement. Études historiques, statistiques et médicales; par le Dr F.-M. COSTA (de Bastelica). Paris, V. Rozier, 1873; br. in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

Statistique agronomique de l'arrondissement de Vouziers (département des Ardennes), publiée sous les auspices du Conseil général; par MM. MEUGY *et* NIVOIT. Charleville, Eug. Jolly, 1873; 1 vol. in-8°, avec 3 cartes.

Détermination des fonctions entières irréductibles, suivant un module premier, dans le cas où le degré est égal au module; par M. J.-A. SERRET. Paris, Gauthier-Villars, 1873; in-4°. (Extrait des *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences.*)

Sur les fonctions entières irréductibles, suivant un module premier, dans le cas où le degré est une puissance du module; par M. J.-A. SERRET. Paris, Gauthier-Villars, 1873; in-4°. (Extrait du *Journal de Mathématiques pures et appliquées.*)

LHÉRITIER. *La quadrature du cercle selon la réserve demandée et exprimée dans les dictionnaires français.* Bourges, chez l'auteur, 1873; br. in-8°.

L'empire du Brésil à l'Exposition universelle de Vienne en 1873. Rio-de-Janeiro, typ. Laemmert, 1873; 1 vol. in-8°.

Annual Report of the Commissioner of patents for the year 1869, vol. I, II, III; 1870, vol. I, II; 1871, vol. I, II. Washington, government printing Office, 1871-1872; 7 vol. in-8°, reliés.

Astronomische Undulations theorie oder die Lehre von der Aberration des Lichtes; von Dr E. KETTELER. Bonn, P. Neusser, 1873; in-8°. (Présenté par M. Fizeau.)

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 29 DÉCEMBRE 1873.

PRÉSIDENCE DE M. DE QUATREFAGES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Sur la formation des équations de condition qui résulteront des observations du passage de Vénus du* 8 *décembre* 1874; par M. V. Puiseux.

« Le nombre et l'habileté des astronomes qui se proposent d'observer le prochain passage de Vénus permettent d'espérer que l'on aura de cet important phénomène des observations exactes et multipliées. Ces observations seront de diverses sortes : les unes feront connaître l'heure d'un contact intérieur ou extérieur des disques de Vénus et du Soleil; d'autres fourniront, à un moment connu, soit la distance angulaire des centres des deux astres, soit l'angle de position que fait la ligne des centres avec une direction déterminée; on aura pu mesurer encore la projection de la distance des centres sur le méridien céleste passant par le centre du Soleil, ou sur le parallèle du même point, ou sur quelque autre direction. Chaque bonne observation conduira, quelle qu'en soit la nature, à une équation de condition entre les diverses inconnues de la question et pourra contribuer par conséquent à la détermination de ces inconnues, dont la plus importante est la valeur moyenne de la parallaxe solaire.

» La formation de toutes ces équations exigera des calculs assez laborieux; mais on peut, dès à présent, faciliter ce travail, en déterminant à l'avance certains nombres qui doivent y entrer, ou du moins en construisant des Tables d'où on les tirera commodément. C'est dans ce but que j'ai calculé les tableaux numériques qui terminent la présente Note, et l'Académie jugera peut-être qu'il y a opportunité à les publier. Je me borne ici à les faire précéder de courtes indications sur la signification et l'usage des nombres qui y sont contenus, me réservant d'entrer ailleurs dans quelques détails sur la manière d'établir les équations où ils doivent figurer.

» Je commence par remarquer que l'observateur aura, dans tous les cas, à déterminer l'heure de son observation. Sa pendule ou son chronomètre la lui donnera en temps moyen du lieu qu'il occupera. Soit maintenant L la valeur admise pour la longitude de la station, cette longitude étant évaluée en temps et comptée positivement vers l'est. Si on la retranche du temps moyen du lieu, le résultat sera ce que j'appellerai l'heure de l'observation, en temps moyen de Paris; elle sera désignée dans ce qui va suivre par t_o. Il est clair que si la longitude L n'est pas exactement connue, l'erreur dont elle est affectée se retrouve avec un signe contraire dans le temps t_o, en sorte que si δL désigne la correction dont la longitude L a besoin, l'heure exacte, mais inconnue, de l'observation est, en temps moyen de Paris, $t_o - \delta L$.

» Cela posé, considérons successivement les diverses sortes d'observations qu'on pourra avoir à discuter.

» 1° *On aura mesuré la projection de la distance des centres des deux astres sur la tangente au parallèle céleste passant par le centre du Soleil.* — Soit X_o la projection mesurée, regardée comme positive ou négative, selon que l'ascension droite de Vénus est plus grande ou plus petite que celle du Soleil. D'un autre côté, appelons X_c la valeur de cette projection calculée pour l'heure t_o et pour le lieu de l'observation, à l'aide des Tables du Soleil et de Vénus et avec toute la précision que ces Tables comportent. Désignons par $\delta\Pi$ la correction de la valeur provisoire de la parallaxe solaire moyenne, dont on aura fait usage dans ce calcul, et appelons $\delta\alpha$ la correction qu'il faut appliquer à X_c pour tenir compte des erreurs des Tables; la valeur de $\delta\alpha$ peut être regardée comme constante pendant la durée du passage. Ces notations admises, l'observation dont il s'agit fournira entre les inconnues $\delta\Pi$, $\delta\alpha$, δL l'équation suivante :

$$(1)\quad (j\cos\Lambda\cos L + k\cos\Lambda\sin L)\,\delta\Pi + \delta\alpha - \frac{dX}{dt}\delta L + X_c - X_o = 0.$$

» Les lettres L et Λ désignent la longitude et la latitude géographiques du lieu de l'observation; les quantités $X_c - X_o$, $\delta\Pi$, $\delta\alpha$ sont exprimées en secondes d'arc; δL l'est en minutes de temps. Quant aux coefficients j, k, $\frac{dX}{dt}$, ils ne dépendent que du temps et peuvent être calculés à l'avance pour un moment donné. Le tableau n° 1 en contient les valeurs calculées de cinq en cinq minutes pour le 8 décembre 1874, depuis $13^h 45^m$ (t. m. de Paris) jusqu'à $18^h 50^m$; cet intervalle comprend tous les instants auxquels le passage pourra être vu dans les divers lieux de la Terre. On reconnaît à l'inspection des nombres de chaque colonne du tableau qu'ils s'interpolent à l'aide des différences premières seulement; on les obtiendra donc aisément pour l'heure t_o quand celle-ci aura été donnée par l'observation.

» 2° *On aura mesuré la projection de la distance des centres des deux astres sur la tangente au méridien céleste passant par le centre du Soleil.* — Soit Y_o la projection mesurée, regardée comme positive ou comme négative, selon que la déclinaison de Vénus est plus grande ou plus petite (algébriquement) que celle du Soleil. D'autre part, nommons Y_c la valeur de cette projection calculée à l'aide des Tables pour l'heure t_o et pour le lieu de l'observation; enfin appelons $\delta\beta$ la correction qu'il faut appliquer à Y_c pour tenir compte des erreurs des Tables, et qu'on peut regarder comme constante pendant le passage. L'observation considérée fournira, entre les inconnues $\delta\Pi$, $\delta\beta$, δL, l'équation

$$(2)\quad (l\cos\Lambda\cos L + m\cos\Lambda\sin L + n\sin\Lambda)\,\delta\Pi + \delta\beta - \frac{dY}{dt}\,\delta L + Y_c - Y_o = 0.$$

où la différence $Y_c - Y_o$ est supposée exprimée en secondes d'arc, ainsi que $\delta\beta$. Les valeurs pour l'époque t_o des coefficients l, m, n, $\frac{dY}{dt}$ se tireront encore du tableau n° 1.

» 3° *On aura mesuré la projection de la distance des centres des deux astres sur un rayon du disque solaire de direction connue.* — Nommons μ l'angle que le rayon du disque solaire servant d'axe de projection fait avec la direction est du parallèle céleste passant par le centre du Soleil, cet angle étant compté positivement de l'est vers le nord. Soit Z_o la projection mesurée, regardée comme positive ou négative, suivant qu'elle tombe sur ce rayon ou sur son prolongement. Enfin appelons Z_c la valeur de la même projection calculée à l'aide des Tables pour l'heure t_o et pour le lieu de l'observation. L'équation de condition entre les inconnues $\delta\Pi$, $\delta\alpha$, $\delta\beta$, δL

sera

$$(3)\quad \begin{cases} [(j\cos\mu + l\sin\mu)\cos\Lambda\cos L \\ \quad + (k\cos\mu + m\sin\mu)\cos\Lambda\sin L + n\sin\mu\sin\Lambda]\,\delta\Pi \\ \quad + \cos\mu\,\delta\alpha + \sin\mu\,\delta\beta - \left(\frac{dX}{dt}\cos\mu + \frac{dY}{dt}\sin\mu\right)\delta L + Z_c - Z_o = 0, \end{cases}$$

où la différence $Z_c - Z_o$ est supposée exprimée en secondes d'arc. Les valeurs des coefficients j, k, l, m, n, $\frac{dX}{dt}$, $\frac{dY}{dt}$ se tireront, comme il a déjà été dit, du tableau n° 1.

» 4° *On aura mesuré la distance angulaire des centres des deux astres.* — Soit D_o la distance mesurée, et nommons D_c la distance calculée à l'aide des Tables pour l'heure t_o et pour le lieu de l'observation. On aura, entre $\delta\Pi$, $\delta\alpha$, $\delta\beta$ et δL, l'équation

$$(4)\quad \begin{cases} (A\cos\Lambda\cos L + B\cos\Lambda\sin L + C\sin\Lambda)\,\delta\Pi \\ \qquad\qquad + \cos\partial\,\delta\alpha + \sin\partial\,\delta\beta - \frac{dD}{dt}\delta L + D_c - D_o = 0, \end{cases}$$

où la différence $D_c - D_o$ est supposée exprimée en secondes d'arc. Les valeurs des coefficients A, B, C, $\frac{dD}{dt}$, pour l'époque t_o, se tireront du tableau n° 2; on prendra $\sin\partial$ et $\cos\partial$ dans le tableau n° 1.

» 5° *On aura mesuré l'angle de position de Vénus par rapport au Soleil.* — J'entends par là l'angle que le rayon du disque solaire dirigé vers le centre de la planète fait avec la direction est du parallèle céleste passant par le centre du Soleil, cet angle étant compté positivement de l'est vers le nord. Désignons par ∂_o l'angle de position mesuré et par ∂_c l'angle calculé à l'aide des Tables pour l'heure t_o et pour le lieu de l'observation. On aura, entre $\delta\Pi$, $\delta\alpha$, $\delta\beta$, δL l'équation

$$(5)\quad \begin{cases} (E\cos\Lambda\cos L + F\cos\Lambda\sin L + G\sin\Lambda)\,\delta\Pi \\ \quad - \sin\partial\,\delta\alpha + \cos\partial\,\delta\beta + H\,\delta L + D\sin 1'(\partial_c - \partial_o) = 0, \end{cases}$$

où la différence $\partial_c - \partial_o$ est supposée exprimée en minutes d'arc, et où D désigne la valeur en secondes d'arc de la distance des centres des deux astres, telle qu'elle serait vue du centre de la Terre. Les valeurs des coefficients E, F, G, H, $D\sin 1'$ se tireront du tableau n° 2; celles de $\sin\partial$ et de $\cos\partial$ étant données, comme on l'a déjà dit, par le tableau n° 1.

» A raison du facteur $D\sin 1'$ introduit dans le terme tout connu, le

poids de cette équation sera le même que celui des précédentes, si toutefois on admet que les mesures angulaires effectuées dans diverses directions sur le disque solaire offrent des chances égales d'erreur.

» 6° *On aura observé l'heure d'un contact.* — L'heure observée t_o étant toujours entendue comme ci-dessus, soit t_c l'heure du contact calculée à l'aide des Tables pour le lieu de l'observation. Appelons d'ailleurs $\delta\rho$ et $\delta\rho'$ les corrections dont peuvent avoir besoin les demi-diamètres du Soleil et de Vénus employés dans le calcul. On aura, entre les inconnues $\delta\Pi$, $\delta\alpha$, $\delta\beta$, $\delta\rho$, $\delta\rho'$, δL, l'équation

$$(6)\quad \left\{ \begin{aligned} &(A\cos\Lambda\cos L + B\cos\Lambda\sin L + C\sin\Lambda)\,\delta\Pi \\ &\quad + \cos\partial\,\delta\alpha + \sin\partial\,\delta\beta - (\delta\rho \pm \delta\rho') - \frac{dD}{dt}\,\delta L + \frac{dD}{dt}(t_o - t_c) = 0, \end{aligned} \right.$$

où $\delta\rho$ et $\delta\rho'$ sont des secondes d'arc, tandis que la différence $t_o - t_c$ est supposée exprimée, comme δL, en minutes de temps. Dans le binôme $\delta\rho \pm \delta\rho'$, on devra donner à $\delta\rho'$ le signe supérieur ou le signe inférieur, suivant que le contact observé aura été extérieur ou intérieur. Quant aux valeurs des coefficients A, B, C, $\cos\partial$, $\sin\partial$, $\frac{dD}{dt}$ pour l'époque t_o, elles se tireront, ainsi qu'on a déjà eu l'occasion de le dire, des tableaux n° 1 et n° 2.

Tableau n° 1.

1874, déc. 8, t. m. de Paris.	j	k	l	m	n	$\frac{dX}{dt}$	$\frac{d}{dt}$	sin d	cos d
13h45m	+1,31	+2,44	+0,95	−0,51	−2,55	−3,98	+1,05	+0,621	+0,784
50	1,36	2,41	0,94	0,53	2,55	3,98	1,05	0,634	0,774
55	1,41	2,38	0,92	0,55	2,55	3,98	1,05	0,646	0,763
14. 0	1,46	2,35	0,91	0,57	2,55	3,98	1,05	0,659	0,752
5	1,51	2,32	0,90	0,59	2,55	3,98	1,05	0,672	0,741
10	1,56	2,28	0,89	0,61	2,55	3,98	1,05	0,685	0,729
15	1,61	2,25	0,87	0,63	2,55	3,98	1,05	0,698	0,716
20	1,66	2,21	0,86	0,65	2,55	3,98	1,05	0,711	0,703
25	1,71	2,18	0,84	0,66	2,55	3,98	1,05	0,724	0,690
30	1,76	2,14	0,83	0,68	2,55	3,98	1,05	0,737	0,676
35	1,80	2,10	0,81	0,70	2,55	3,98	1,05	0,750	0,661
40	1,85	2,06	0,80	0,72	2,55	3,98	1,05	0,764	0,646
45	1,89	2,02	0,78	0,73	2,55	3,98	1,05	0,777	0,630
50	1,94	1,98	0,77	0,75	2,55	3,98	1,05	0,790	0,614
55	1,98	1,93	0,75	0,77	2,55	3,98	1,05	0,803	0,597
15. 0	2,02	1,89	0,73	0,78	2,55	3,98	1,05	0,815	0,579
5	2,06	1,85	0,72	0,80	2,55	3,98	1,05	0,828	0,561
10	2,10	1,80	0,70	0,82	2,55	3,98	1,05	0,840	0,543
15	2,14	1,76	0,68	0,83	2,55	3,98	1,05	0,852	0,524
20	2,18	1,71	0,66	0,85	2,55	3,98	1,05	0,864	0,504
25	2,21	1,66	0,64	0,86	2,55	3,98	1,05	0,875	0,483
30	2,25	1,61	0,63	0,87	2,55	3,98	1,05	0,886	0,463
35	2,29	1,56	0,61	0,89	2,55	3,98	1,05	0,897	0,442
40	2,32	1,51	0,59	0,90	2,55	3,98	1,05	0,908	0,420
45	2,35	1,46	0,57	0,91	2,55	3,98	1,05	0,918	0,398
50	2,38	1,41	0,55	0,92	2,55	3,98	1,05	0,927	0,375
55	2,41	1,36	0,53	0,94	2,55	3,98	1,05	0,936	0,352
16. 0	2,44	1,30	0,51	0,95	2,55	3,98	1,05	0,944	0,329
5	2,47	1,25	0,49	0,96	2,55	3,98	1,04	0,952	0,306
10	2,50	1,20	0,46	0,97	2,55	3,98	1,04	0,959	0,282
15	2,52	1,14	0,44	0,98	2,55	3,98	1,04	0,966	0,258
20	2,55	1,09	0,42	0,99	2,55	3,98	1,04	0,972	0,234
25	2,57	1,03	0,40	1,00	2,55	3,98	1,04	0,978	0,209
30	2,59	0,97	0,38	1,01	2,55	3,98	1,04	0,983	0,185
35	2,61	0,92	0,36	1,01	2,55	3,98	1,04	0,987	0,161
40	2,63	0,86	0,33	1,02	2,55	3,98	1,04	0,991	0,137
45	2,65	0,80	0,31	1,03	2,55	3,98	1,04	0,994	0,112
50	2,67	0,75	0,29	1,03	2,55	3,98	1,04	0,996	0,088
55	2,68	0,69	0,27	1,04	2,55	3,98	1,04	0,998	0,064
17. 0	2,70	0,63	0,24	1,05	2,55	3,98	1,04	0,999	0,040
5	2,71	0,57	0,22	1,05	2,55	0,98	1,04	1,000	+0,017
10	2,72	0,51	0,20	1,06	2,55	3,98	1,04	1,000	−0,007
15	2,73	0,45	0,17	1,06	2,55	3,98	1,04	0,999	0,030
20	2,74	0,39	0,15	1,06	2,55	3,98	1,04	0,999	0,053
25	2,75	0,33	0,13	1,07	2,55	3,98	1,04	0,997	0,075
30	2,75	0,27	0,11	1,07	2,55	3,98	1,04	0,995	0,097
35	2,76	0,21	0,08	1,07	2,55	3,98	1,04	0,993	0,119
40	2,76	0,15	0,06	1,07	2,55	3,98	1,04	0,990	0,140
45	2,77	0,09	0,04	1,07	2,55	3,98	1,04	0,987	0,160
50	2,77	+0,03	+0,01	1,07	2,55	3,98	1,04	0,984	0,181
55	2,77	−0,03	−0,01	1,07	2,55	3,98	1,04	0,980	0,201
18. 0	2,77	0,09	0,03	1,07	2,55	3,98	1,04	0,976	0,220
5	2,76	0,15	0,06	1,07	2,55	3,98	1,04	0,971	0,239
10	2,76	0,21	0,08	1,07	2,55	3,98	1,04	0,966	0,258
15	2,75	0,27	0,10	1,07	2,55	3,98	1,04	0,961	0,276
20	2,75	0,33	0,13	1,07	2,55	3,98	1,04	0,956	0,293
25	2,74	0,39	0,15	1,06	2,55	3,98	1,04	0,951	0,310
30	2,73	0,45	0,18	1,06	2,55	3,98	1,04	0,945	0,326
35	2,72	0,51	0,20	1,06	2,55	3,98	1,04	0,940	0,342
40	2,71	0,57	0,22	1,05	2,55	3,98	1,04	0,934	0,358
45	2,70	0,63	0,24	1,05	2,05	3,98	1,04	0,928	0,373
18.50	+2,68	−0,69	−0,27	−1,04	−2,55	−3,98	+1,04	+0,922	−0,388

TABLEAU n° 2.

1874, déc. 8, t. m. de Paris.	A	B	C	E	F	G	H	$\frac{dD}{dt}$	D sin 1′.
13h45m	+1,61	+1,60	−1,58	−0,07	−1,91	−2,00	−3,30	−2,47	+0,301
50	1,64	1,53	1,62	0,14	1,94	1,98	3,33	2,41	0,297
55	1,67	1,46	1,65	0,21	1,96	1,95	3,37	2,36	0,294
14. 0	1,70	1,39	1,68	0,28	1,98	1,92	3,41	2,30	0,290
5	1,73	1,32	1,71	0,35	1,99	1,89	3,45	2,24	0,287
10	1,75	1,25	1,75	0,43	2,01	1,86	3,49	2,18	0,284
15	1,76	1,18	1,78	0,50	2,02	1,83	3,53	2,12	0,281
20	1,78	1,10	1,81	0,58	2,03	1,80	3,57	2,05	0,278
25	1,79	1,02	1,85	0,66	2,03	1,76	3,61	1,99	0,275
30	1,80	0,94	1,88	0,74	2,04	1,72	3,64	1,92	0,272
35	1,80	0,86	1,92	0,82	2,04	1,69	3,68	1,84	0,269
40	1,80	0,78	1,95	0,90	2,04	1,65	3,72	1,77	0,266
45	1,80	0,70	1,98	0,98	2,03	1,61	3,75	1,69	0,264
50	1,79	0,62	2,02	1,06	2,02	1,57	3,79	1,61	0,262
55	1,78	0,54	2,05	1,14	2,01	1,52	3,82	1,53	0,259
15. 0	1,77	0,46	2,08	1,22	2,00	1,48	3,85	1,45	0,257
5	1,75	0,38	2,11	1,30	1,98	1,43	3,88	1,37	0,255
10	1,73	0,29	2,14	1,39	1,96	1,39	3,91	1,28	0,253
15	1,70	0,21	2,17	1,47	1,93	1,34	3,94	1,19	0,251
20	1,67	0,13	2,20	1,55	1,90	1,29	3,97	1,10	0,250
25	1,63	+0,05	2,23	1,63	1,87	1,23	3,99	1,01	0,248
30	1,59	−0,03	2,26	1,71	1,83	1,18	4,01	0,92	0,247
35	1,55	0,11	2,29	1,78	1,79	1,13	4,03	0,82	0,245
40	1,50	0,18	2,32	1,86	1,75	1,07	4,05	0,72	0,244
45	1,45	0,26	2,34	1,93	1,70	1,01	4,07	0,62	0,243
50	1,40	0,33	2,37	2,00	1,65	0,96	4,08	0,53	0,243
55	1,34	0,40	2,39	2,07	1,60	0,90	4,09	0,43	0,242
16. 0	1,28	0,47	2,41	2,14	1,54	0,84	4,10	0,32	0,241
5	1,22	0,53	2,43	2,20	1,48	0,78	4,11	0,22	0,241
10	1,15	0,59	2,45	2,26	1,42	0,72	4,11	0,12	0,241
15	1,08	0,65	2,46	2,32	1,36	0,66	4,12	−0,02	0,240
20	1,01	0,71	2,48	2,38	1,29	0,60	4,12	+0,08	0,241
25	0,93	0,76	2,49	2,43	1,22	0,53	4,11	0,19	0,241
30	0,85	0,81	2,51	2,48	1,14	0,47	4,11	0,29	0,241
35	0,77	0,85	2,52	2,52	1,07	0,41	4,10	0,39	0,242
40	0,69	0,89	2,53	2,56	0,99	0,35	4,09	0,49	0,242
45	0,61	0,93	2,53	2,60	0,81	0,29	4,07	0,59	0,243
50	0,52	0,96	2,54	2,63	0,83	0,23	4,06	0,69	0,244
55	0,44	0,99	2,54	2,66	0,75	0,16	4,04	0,79	0,245
17. 0	0,35	1,02	2,55	2,68	0,67	0,10	4,02	0,88	0,246
5	0,27	1,04	2,55	2,70	0,59	−0,04	4,00	0,98	0,248
10	0,18	1,06	2,55	2,72	0,50	+0,02	3,97	1,07	0,249
15	0,09	1,07	2,55	2,73	0,42	0,08	3,95	1,16	0,251
20	+0,01	1,08	2,55	2,74	0,33	0,13	3,92	1,25	0,252
25	−0,08	1,09	2,54	2,75	0,25	0,19	3,89	1,34	0,254
30	0,16	1,09	2,54	2,75	0,17	0,25	3,86	1,42	0,256
35	0,25	1,09	2,53	2,75	−0,08	0,30	3,83	1,51	0,258
40	0,33	1,08	2,53	2,75	0,00	0,36	3,80	1,59	0,261
45	0,41	1,07	2,52	2,74	+0,08	0,41	3,76	1,67	0,263
50	0,49	1,06	2,51	2,72	0,16	0,46	3,73	1,74	0,266
55	0,57	1,05	2,50	2,71	0,24	0,51	3,69	1,82	0,268
18. 0	0,64	1,03	2,49	2,69	0,32	0,56	3,66	1,89	0,271
5	0,72	1,01	2,48	2,67	0,40	0,61	3,62	1,96	0,274
10	0,79	0,98	2,47	2,65	0,48	0,66	3,58	2,03	0,277
15	0,86	0,95	2,45	2,62	0,56	0,70	3,54	2,10	0,280
20	0,93	0,92	2,44	2,59	0,63	0,75	3,50	2,16	0,283
25	0,99	0,89	2,43	2,56	0,70	0,79	3,47	2,22	0,286
30	1,06	0,85	2,41	2,52	0,77	0,83	3,43	2,28	0,289
35	1,12	0,82	2,40	2,49	0,84	0,87	3,39	2,34	0,292
40	1,18	0,78	2,38	2,45	0,91	0,91	3,35	2,40	0,296
45	1,23	0,74	2,37	2,41	0,97	0,95	3,31	2,45	0,299
18.50	−1,29	−0,69	−2,35	−2,37	+1,04	+0,99	−3,27	+2,50	+0,303

FERMENTATIONS. — *Nouvelle réponse à M.* Pasteur, *concernant l'origine de la levûre de bière;* par M. A. Trécul.

« M. Pasteur pense que ce n'est pas une Communication académique que j'ai faite le 8 de ce mois, que c'est un réquisitoire. J'accepte le mot. C'est un réquisitoire contre l'erreur et pour la défense de la vérité. D'ailleurs, un réquisitoire doit avoir toutes les qualités d'un bon Mémoire académique. La première qu'il soit obligé de présenter, c'est le respect de la vérité, et à cause de cela il suit toujours une enquête sérieuse. Comme pour le Mémoire académique, ses autres qualités sont la clarté, la précision et enfin le respect des convenances, ce qui, dans cette enceinte, veut dire le respect de ses adversaires, des auditeurs et de soi-même. M. Pasteur, qui prétend n'avoir pas provoqué cette discussion, a-t-il bien présenté l'opinion de Turpin, de M. H. Hoffmann et la mienne comme il devait le faire? Il sera évident pour tout lecteur attentif que M. Pasteur a donné lieu de croire que nous avons opéré dans des conditions qui ne pouvaient donner qu'un résultat défectueux. L'Académie peut apprécier encore une fois, par la Note du 15 décembre et par la seconde du 22 (p. 1445) de notre confrère, combien sont peu claires et peu précises beaucoup de ses communications. Et cependant M. Pasteur croit devoir se plaindre que la clarté qu'il s'efforce de leur donner se transforme, sous la plume de M. Trécul, en assertions « équivoques » et « ambiguës ».

» La faiblesse des arguments de M. Trécul est telle, que c'est uniquement parce qu'il s'agit de deux des sujets les plus élevés de la philosophie naturelle, la question des générations dites spontanées et celle de la transformation des espèces, que M. Pasteur prend de nouveau la parole.

» On s'attendait de sa part, après ce début, à des éclaircissements sur ces deux questions importantes, dont M. Pasteur s'occupe depuis dix-sept ans, au moins de la première. Il n'en dit rien de plus, si ce n'est toutefois qu'il met à l'index les transformistes par la phrase suivante :

« Si l'on n'y prend garde, cette hypothèse du transformisme introduira dans la science une foule d'erreurs, parce qu'elle dispense beaucoup de personnes d'observations approfondies. »

» M. Pasteur se fait illusion. C'est tout le contraire qui est vrai, attendu qu'il est bien plus facile de décrire comme espèces distinctes, ou même d'ériger en genres, toutes les formes que l'on rencontre, que de rechercher les liens de parenté qui peuvent les unir.

» A cause de la faiblesse des arguments de M. Trécul, sans doute,

M. Pasteur ne les discute pas; il ne tente même pas de faire la comparaison des divers passages que je signale; il néglige tout cela pour provoquer M. Fremy qui n'est pas en cause, comme il m'a provoqué, bien qu'il dise le contraire. Il somme donc M. Fremy de démontrer que les ferments sont engendrés par l'organisme, et ensuite il accuse M. Trécul d'admettre que « les matières albuminoïdes donnent, par génération spontanée, des bac- » téries; celles-ci des cellules de levûre lactique; celles-ci des cellules de » levûre de bière; ces dernières, à leur tour, du *Mycoderma vini* et du » *Penicillium glaucum*.... » Je reconnais l'exactitude de tous ces chefs d'accusation et j'en accepte la responsabilité (1). M. Pasteur, au contraire, soutient « que tous ces faits sont erronés, que ces transformations ne sont » qu'hypothèses, à l'appui desquelles on ne peut citer que des faits confus, » mal observés, entachés de causes d'erreurs, qu'on n'a pas su dégager » au milieu des difficultés inhérentes aux expériences. »

» Il sied vraiment bien à M. Pasteur de nous parler de difficultés non surmontées, quand nous assistons actuellement encore à une transformation de son opinion. Est-il vrai, oui ou non, que de 1862 à 1872 il a cru à la métamorphose du *Mycoderma vini* en levûre alcoolique, et que le germe du *Mycoderma vini* est le germe de cette levûre? Est-il vrai qu'il ait abandonné cet avis après ma lecture du 11 novembre 1872? Est-il vrai que ce jour-là seulement il fit intervenir la génération spontanée? Est-il vrai que par là il anéantit les résultats de ses expériences du 7 octobre 1872, fondées sur la submersion? Est-il vrai qu'il cherche toujours les germes des différentes levûres?

« Voici, continue M. Pasteur, comment M. Trécul croit établir que le » *Penicillium glaucum* se transforme en cellules de levûre alcoolique. » Suit une phrase vague qui ne représente ni mon avis, ni ce que notre confrère a dit à la séance; car, à cet égard, M. Pasteur a confondu deux phénomènes décrits par moi, à la page 1169 du tome LXXV: il a appliqué à la transformation des spores du *Penicillium* en levûre ce que je dis du moût de bière destiné à produire de la levûre dite *spontanée*, lequel moût est préparé entre 65 et 70 degrés, tandis que celui que j'emploie pour la transformation des spores du *Penicillium* est porté à 100 degrés. S'étant aperçu de la méprise, ou plutôt parce que je la lui ai signalée, séance

(1) Voir t. LXXV, p. 1160, pour le résumé de mon opinion, et la note de la page 1156 du tome LXVII et celle de la page 989 du tome LXXV, pour la transformation des cellules de la levûre lactique en cellules de la levûre alcoolique.

tenante, M. Pasteur n'a point inséré ce passage dans les *Comptes rendus*. Il me reproche ensuite de faire mes ensemencements au contact de l'air et de prendre les spores de *Penicillium* sur des citrons moisis.

» En ce qui concerne l'emploi du *Penicillium* venu sur le citron, M. Pasteur s'exprime ainsi :

» Or, il suffit d'observer au microscope LES POUSSIÈRES de la surface d'un citron pour y reconnaître une multitude de spores *et de cellules* organisées, très-différentes souvent des spores du *Penicillium*. »

» Voilà assurément une phrase qui atteste que M. Pasteur n'a pas examiné un seul de ces jolis gazons de *Penicillium*, ordinairement si purs, qui couvrent les citrons moisis. Il semble même ne les avoir jamais vus, puisqu'il ne parle que des *poussières de la surface du citron*. Ce passage seul suffit pour déceler la disposition d'esprit de mon habile contradicteur.

» En ce qui regarde le reproche d'avoir fait les ensemencements au contact de l'air, je dirai que M. Pasteur les a pratiqués de 1862 à 1872; il les a employés même pour son travail du 7 octobre de cette dernière année, et M. Pasteur n'a trouvé des inconvénients à ce procédé qu'après que je lui eusse démontré, le 11 novembre 1872, que les phénomènes décrits par lui le conduisent tout droit à l'hétérogénie. Alors seulement, comme je le disais tout à l'heure, il fit intervenir la génération spontanée (voir p. 1168 du t. LXXV). Aujourd'hui M. Pasteur, condamnant ses propres travaux sur le sujet qui nous occupe, antérieurs au 11 novembre 1872, parce qu'ils tendent à faire de lui un hétérogéniste, assure qu'il a trouvé un procédé qui lui permet de cultiver le *Penicillium* DANS L'AIR PUR, à l'abri des poussières atmosphériques (p. 1398 de ce volume).

» On a pu voir, par ma réponse de la page 1442, s'il y a réussi. Je m'attendais à trouver le mode opératoire exposé tout au long dans les *Comptes rendus;* mais M. Pasteur a jugé prudent de n'y point introduire ce qu'il a dit à la séance. Serait-ce pour plus de clarté? Ayant eu l'occasion de parler, dans le dernier *Compte rendu*, de l'appareil et du procédé décrits ici par notre confrère, je n'ai pas à y revenir. Je rappellerai seulement que M. Pasteur nous a dit avoir effectué l'ensemencement de son ballon *avec l'air atmosphérique lui-même*.

» Ou M. Pasteur se trompe étrangement, ou il a voulu me mettre dans l'embarras pour sortir du cercle de faits inflexibles dans lequel il est enfermé. Ne s'est-il donc pas aperçu qu'il aurait à prouver par quoi, en réalité, son ballon a été ensemencé. Il ne suffit pas de dire : ce sont quelques spores de *Penicillium*, introduites par l'air dans mon ballon, qui ont constitué le semis, *peut-être une seule;* il faut prouver que les matières plasmatiques des

particules organisées sèches, qui sont suspendues dans l'atmosphère en bien plus grande quantité, n'y sont pour rien. Il faut donc compter avec l'hétérogénie.

» D'un autre côté, il est à croire que, pour faire ses expériences, M. Pasteur ne choisit pas un air très-agité, qui seul peut contenir des corps lourds comme des spores. Un air en repos n'en renferme certainement pas. Pour s'en assurer, M. Pasteur peut, dans une chambre dont l'air est tranquille, couvrir une table de lamelles de verre dites *porte-objets;* au bout de quelques heures ou même de plusieurs jours, il n'y trouvera pas une seule spore de *Penicillium*. Si le *Penicillium* est né dans son ballon sous l'influence de l'air, comme l'affirme M. Pasteur, il est plus que probable que la plantule n'a pas pour origine des spores de *Penicillium* qui étaient suspendues dans l'atmosphère.

» En outre, il est bien certain que des petits flacons de 15 à 40 grammes, rincés avec du moût qui a bouilli et chaud, remplis ensuite avec du moût de bière semblable, et fermés avec un liége bien élastique, bien préparé, et à surface renouvelée au moment de l'opération, restent clairs, *sans donner de levûre alcoolique*, ni même de cylindricules bactériens ou lactiques, quand l'ébullition a été suffisamment prolongée. Si de ces derniers cylindricules s'y manifestent, ils ne sont que relativement bien rares. Il en est tout autrement quand on opère avec du moût de bière préparé entre 65 et 70 degrés, température à laquelle sont tués les organismes inférieurs dont on redoute la présence. Dans de tels flacons, bien fermés et bien ficelés, les bactéries se développent en abondance dans les trente-six premières heures; elles deviennent immobiles pendant que la liqueur devient acide et constituent alors la levûre lactique. Ce n'est qu'un peu après qu'apparaît la levûre alcoolique si le flacon est bien bouché, ou seulement des *Mycoderma cervisiæ* s'il ne l'est qu'imparfaitement, ainsi que je l'ai souvent répété. Il suffit ordinairement, dans ce cas, de remplacer le bouchon par un meilleur pour obtenir la transformation des mycodermes en levûre alcoolique, si ces derniers sont jeunes, bien entendu. Je dois ajouter que, ne possédant pas d'étuve, j'ai toujours opéré à la température de l'air ambiant (1).

» En tout cas, l'expérience que M. Pasteur oppose à ces dernières serait bien incomplète. Il nous a dit à la séance comment il croit que son ballon

---

(1) Comme je l'ai dit déjà pour les semis de spores de *Penicillium*, mes flacons étaient tenus couchés, et ils étaient agités quelquefois pendant le jour. J'ai dit également que les bouchons ne doivent être employés qu'un mois ou six semaines après leur coction, afin

a été fécondé; mais il ne nous a pas fait connaître comment se pratique la cueillette du *Penicillium* dans son intérieur, ni comment on transporte les spores, *en les tenant à l'abri de l'air ordinaire*, dans les flacons à ensemencer; car il est évident, d'après le nouvel avis de M. Pasteur, que si les spores du *Penicillium*, qu'il dit venu *dans l'air pur* (nous savons à quoi nous en tenir à cet égard), ne sont pas transportées, *à l'abri des poussières de l'air*, dans les flacons à ensemencer, tout ce qui aura pu être fait antérieurement pour obtenir la pureté du *Penicillium* est rendu inutile. Si M. Pasteur n'a rien exprimé à ce sujet dans sa Note du 15, c'est que vraisemblablement il n'avait rien à en dire.

» Ma réponse à sa première Note du 22 a engagé M. Pasteur à introduire dans sa seconde Note du même jour la phrase suivante (p. 1445) :

« Enfin, rien de plus facile que de faire traverser le ballon par un courant d'air pur, et de placer la moisissure en contact avec autant d'air qu'on peut le désirer. »

» Cette phrase ne dit pas que M. Pasteur l'ait pratiqué. Nous savons par ce qu'il nous a dit verbalement le 15 que cela n'est pas. Et d'ailleurs l'eût-il fait que le courant d'air pur n'aurait pas purgé le *Penicillium* de son origine vicieuse puisée dans l'air ordinaire, qui contient, d'après M. Pasteur, beaucoup d'autres germes qui ont dû entrer dans son appareil avec les prétendues spores du *Penicillium*.

» M. Pasteur termine sa seconde Note du 22 en disant (p. 1445) :

« Les critiques de M. Trécul sont donc sans fondement. »

» Il semble, en vérité, que M. Pasteur juge bien peu attentifs les lecteurs des *Comptes rendus*, pour croire qu'ils ne s'apercevront pas qu'en réalité il n'a rien discuté, rien réfuté du tout de mes divers arguments.

» C'est avec de pareils résultats que l'on prétend combattre les miens, qui sont hors de doute, parce que l'on voit les spores vertes du *Penicillium* grossir, perdre graduellement leur couleur et enfin bourgeonner; et cela

---

que la dessiccation achève de tuer les mycéliums que le liége a protégés. Je dois rappeler à cet égard que, dès 1868, j'ai annoncé que de tels bouchons bien secs ne donnent pas de végétation; au contraire, *si on les emploie immédiatement après leur coction*, ils se couvrent, sur leur face interne, d'une couche de filaments mycéliens, qui se répandent dans le liquide qui a été introduit bouillant dans les flacons, tandis que, et cela est bien singulier, il ne s'en développe pas ordinairement, ou seulement quelques filaments, sur les bouchons des flacons qui ont reçu du moût refroidi. Ces mycéliums appartiennent au *Mucor* ou au *Penicillium*, ou bien à l'un et à l'autre à la fois. Ils ne déterminent pas de fermentation, car il n'y a pas d'effervescence à l'ouverture des flacons (voir t. LXVII, p. 364). L'Académie peut juger par là que tous ces phénomènes ont été soigneusement analysés par moi, et que je n'annonce pas de résultats qui n'aient été bien contrôlés.

peut s'accomplir à 10 ou 12 degrés, c'est-à-dire à une température à laquelle je n'ai jamais vu naître de levûre de bière spontanée dans mes flacons.

» Comme M. Pasteur nie cette transformation, j'ai cru pouvoir lui demander s'il connaît, dans l'atmosphère, des germes verts de la levûre de bière qui ne soient pas des spores de *Penicillium*. Cela ne veut pas dire assurément que le *Penicillium glaucum* soit le seul champignon qui possède des spores vertes, ni même que le *Penicillium* soit le seul champignon qui puisse produire de la levûre alcoolique, attendu que, dans l'esprit de M. Pasteur, qui n'admet pas les transformations, de tels germes ne pourraient appartenir à un autre champignon que la levûre elle-même.

» Avant de quitter ce sujet, je dirai que, bien que divers champignons soient susceptibles d'engendrer de la levûre alcoolique, je n'en suis pas moins convaincu que le *Penicillium glaucum* constitue la levûre de bière employée dans nos brasseries.

» Dans la séance du 22 décembre, M. Pasteur ayant cru devoir proclamer de nouveau, dans sa courte Note, que les matières albuminoïdes de l'organisme ne sont pas susceptibles de donner naissance, par voie de génération dite spontanée, à des ferments organisés, à des Mycoderma ou autres moisissures, j'ai cru devoir, à mon tour, opposer à l'opinion de notre confrère les expériences de MM. Wyman, H. Hoffmann et Charlton-Bastian. J'avais l'intention d'ajouter une expérience de M. Pasteur, qui, suivant moi, conduit aux mêmes conclusions; je demande donc à l'Académie la permission de la rappeler.

» A la page 851 du tome L des *Comptes rendus*, M. Pasteur dit qu'un ballon, dans lequel on fait bouillir du lait pendant deux à trois minutes, étant rempli avec de l'air calciné, puis fermé et maintenu à la température de 30 degrés, après un temps variable, ordinairement de trois à dix jours, le lait de tous les ballons ainsi préparés se trouve caillé.

« Cependant, ajoute notre confrère, ce lait est aussi alcalin que le lait frais et, d'autre part, *ce qui ferait croire aux générations spontanées* (c'est toujours M. Pasteur qui parle), *ce lait est rempli d'infusoires, le plus souvent de vibrions....* »

» Ce n'est pas tout, M. Pasteur aurait reconnu qu'il est facile de communiquer à de l'eau sucrée albumineuse la propriété que possède le lait de donner des infusoires, en présence de l'air rougi, après une ébullition à 100 degrés. Il suffit d'ajouter un peu de craie à la liqueur avant l'ébullition. Au bout de quelques jours, cette liqueur se trouble et se trouve remplie d'infusoires.

» L'altération est tout à fait nulle si l'ébullition de cette eau albumineuse alcaline ou celle du lait a été faite de 110 à 112 degrés.

» M. Pasteur en conclut que :

« C'est évidemment que *la fécondité des germes des vibrions* n'est pas entièrement détruite, *même au sein de l'eau*, à une température de 100 degrés, qui dure quelques minutes; qu'elle l'est davantage par une ébullition plus prolongée à cette température et qu'elle est supprimée entièrement à 110 ou 112 degrés. »

» Ainsi, des germes qui, d'après M. Pasteur et aussi d'après MM. Pouchet, Wyman et Charlton-Bastian, sont tués à 55 ou 60 degrés et perdent, par conséquent, leur faculté reproductrice, ne seraient pas tués, d'après le même M. Pasteur, à 100 degrés, par cela seul que le liquide est naturellement alcalin, comme le lait, ou parce que l'on a projeté un peu de craie dans la liqueur avant l'ébullition.

» Assurément c'est là une hypothèse inadmissible. Il est bien plus vraisemblable que la coction modifie l'un des principes immédiats du liquide albumineux, et finit par lui enlever, vers 110 à 112 degrés, la faculté que jusque-là il avait pu conserver. Si l'addition d'une substance alcaline a une influence réelle, ne serait-ce pas plutôt en favorisant certaines affinités susceptibles de déterminer les mouvements moléculaires nécessaires à la formation des vibrions observés. D'autre part, ces vibrions ne doivent pas être plus délicats que leurs prétendus germes, en admettant pour un instant avec M. Pasteur l'existence de ceux-ci. Si ces vibrions sont tués, comme d'habitude, à 55 ou 60 degrés, n'est-il pas vraisemblable que leurs germes ne sauraient guère supporter une température plus haute, attendu que ces germes ne peuvent être représentés dans l'atmosphère que par les petites cellules desséchées de ces vibrions ?

» L'Académie le voit, là encore tout semble attester la production de ces vibrions du lait, etc., qui a bouilli, par l'hétérogénèse, de même qu'il naît des êtres vivants analogues dans les liquides qui ont subi la température de 100 degrés dans les appareils de MM. Wyman, H. Hoffmann et Charlton-Bastian.

» C'est donc en vain que M. Pasteur refuse d'admettre l'existence de l'hétérogénie; elle s'impose aux observateurs sérieux. Il est une expérience bien connue des micrographes, de laquelle on ne parle pas assez, à mon avis. Elle consiste à mettre sur un porte-objet une toute petite goutte de liquide tenant une matière plasmatique en dissolution, à couvrir d'une lamelle de verre et à voir ce qui survient dans cette mince couche de liquide filtré avec soin.

» Cette expérience a été décrite de nouveau, dans ces dernières années, par M. Charlton-Bastian, qui l'a exécutée dans une chambre chaude (*life-box*) à la température de 29 à 32 degrés. Il en donne les résultats à peu près en ces termes :

« On observe l'apparition de points presque sans mouvement, plus ou moins uniformément répandus dans le liquide immobile, et l'on voit ces points se développer graduellement en bactéries mobiles ou en *Torulæ;* de sorte que, où il n'existait aucun germe visible, apparaissent des particules visibles de matière vivante, qui croissent plus ou moins rapidement en bactéries, etc. » (*The modes of origine of lowest organisms*, p. 32.)

» J'ai fait plusieurs fois cette expérience, mais dans des conditions plus défavorables, sans le secours d'une chambre chaude, en mettant tout simplement le porte-objet sur un support placé dans une soucoupe contenant de l'eau et renversant un verre à boire par-dessus. A cause de l'imperfection de cet appareil, je n'en ai jamais rien dit, mais je me suis convaincu de l'exactitude du résultat, qui ne permet pas de douter de la réalité de l'hétérogénèse, ou, comme dirait M. Charlton-Bastian, de l'*archebiosis* (commencement de vie).

» M. Pasteur termine sa Note du 15 décembre en rappelant ses travaux en général et, en particulier, ses perfectionnements pour la conservation des vins et pour la fabrication de la bière et du vinaigre. Je n'ai point la pensée de vouloir déprécier les services que M. Pasteur peut avoir rendus dans ces voies diverses; mais ce qui nous préoccupe avant tout ici, c'est l'origine des levûres. Il n'est pas douteux qu'à cet égard notre confrère n'est pas plus avancé qu'à son début, il y a dix-sept ans, puisqu'il cherche encore les germes des différentes levûres. S'il a fait faire quelques progrès à la fabrication ou à la conservation des boissons, c'est que ces améliorations étaient possibles sans que leur auteur eût une connaissance exacte de la nature des êtres sur lesquels il opérait. »

Réponse de M. **Pasteur** *à M.* Trécul.

« M. Trécul a rouvert la discussion par une lecture de huit pages, portant exclusivement sur le *Penicillium glaucum* et le *Mycoderma vini*.

» J'ai accepté le débat sur ces deux productions. J'entends l'y maintenir, en ce qui me concerne.

» Par un dispositif qui m'est propre, décrit par moi de vive voix dans la séance du 15 décembre, j'ai obtenu des résultats tout autres que ceux qui ont été annoncés par M. Trécul (1). Je ne me suis pas arrêté là : j'ai

(1) Déjà, en 1861, j'ai publié des résultats identiques devant la Société philomathique (voir le *Bulletin* de cette Société).

reproduit les observations de M. Trécul en employant la manipulation même qu'il a décrite, mais en me servant du *Penicillium* pur, c'est-à-dire en éloignant les causes d'erreur que je reproche aux observations de notre confrère. Ici encore, mes résultats ont été tout autres que ceux de M. Trécul.

» Enfin je me suis donné la peine d'apporter, en séance, à M. Trécul des flacons préparés comme il l'indique. M. Trécul a refusé de les emporter pour les observer à loisir.

» Dans cet état de choses, dont je prends acte devant l'Académie, je déclare que je ne répondrai plus à M. Trécul tant qu'il n'aura pas, soit seul, soit avec l'aide de M. Fremy :

» 1° Reproduit mes expériences, au sujet desquelles je lui offre toutes les explications, verbales ou écrites, qu'il pourra désirer;

» 2° Refait ses propres expériences en éloignant les causes d'erreur que j'y ai signalées.

» Plus tard, j'examinerai, s'il y a lieu, les travaux étrangers dont M. Trécul a parlé. Quant à présent, je me borne aux sujets sur lesquels il a plu à notre confrère de rouvrir le débat, et j'entends, comme c'est mon droit, y fixer la discussion de la manière la plus stricte.

» C'est le seul moyen de ne pas permettre qu'elle s'égare. Du reste, au point où nous en sommes, je me sens autorisé à déclarer que l'accueil fait à mes travaux et les soins que je leur consacre me font un devoir d'en poursuivre les conséquences et le cours, laissant à chacun à les apprécier selon ses lumières et selon son gré. Le temps les jugera. »

M. E. Cosson fait hommage à l'Académie d'un Mémoire intitulé : « Species novæ maroccanæ ». (Extrait du *Bulletin de la Société botanique de France.*)

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant, pour la Section d'Astronomie, en remplacement de feu *Encke.*

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 39,

M. Lockyer obtient.	35 suffrages.
M. Newcomb.	2 »
M. Warren de la Rue.	1 »

Il y a un billet blanc.

M. N. Lockyer, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant, pour la Section d'Astronomie, en remplacement de feu l'amiral *Smyth*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 46,

M. Roche obtient	39	suffrages.
M. Tisserand	5	»
M. Newcomb	1	»
M. Warren de la Rue	1	»

M. **Roche**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE MOLÉCULAIRE. — *Essai théorique sur l'équilibre d'élasticité des massifs pulvérulents et sur la poussée des terres sans cohésion.* Mémoire de M. J. **Boussinesq**, présenté par M. de Saint-Venant. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Chasles, Bertrand, de Saint-Venant.)

« 1. Les milieux pulvérulents, tels qu'un amas de sable sec ou même de terre fraîchement remuée, dont les diverses parties n'éprouvent, à glisser les unes sur les autres, d'autre résistance que leur frottement mutuel, sont susceptibles de plusieurs modes distincts d'équilibre.

» Le seul qui ait été étudié jusqu'ici est l'*équilibre limite* qu'ils présentent lorsqu'ils sont sur le point de s'ébouler et que les frottements y atteignent, par suite, les valeurs les plus grandes qu'ils soient capables de recevoir; mais il y en a un autre plus important à considérer, c'est celui qui se produit au sein d'une masse sablonneuse en repos, soutenue par un mur assez ferme pour n'éprouver aucun ébranlement. Dans cet état, le seul dont l'ingénieur ait à s'occuper, parce que c'est le seul qu'il soit chargé de produire et de maintenir, le frottement mutuel des couches est généralement moindre que dans le précédent, tout comme, dans un solide en équilibre d'élasticité, les tensions restent partout inférieures à celles qui altéreraient d'une manière permanente la structure du corps; les particules y sont donc moins retenues par leurs actions mutuelles que dans le cas où le mur de soutènement les fuirait en cédant sous leur pression, et elles exercent, sur ce dernier, une poussée supérieure à celle qu'indiquent les formules de

MM. Rankine et Maurice Levy. C'est surtout ce genre d'équilibre que je me propose d'étudier ici. Je l'appelle *équilibre d'élasticité;* car je considère les pressions qui s'y trouvent effectivement exercées comme dépendant des petites déformations qu'éprouverait la masse, supposée d'abord homogène et sans poids, si elle devenait ensuite pesante comme elle l'est en effet.

» 2. Les corps dont il s'agit tiennent le milieu entre les solides et les fluides : tandis que les solides et les fluides, soumis à des pressions variables depuis zéro jusqu'à des valeurs considérables, opposent à une même déformation qu'on leur fait subir une résistance constante, finie pour les premiers, nulle pour les seconds, les milieux pulvérulents, au contraire, résistent aux changements de forme avec d'autant plus d'énergie, qu'ils supportent dans tous les sens une pression moyenne plus considérable ; fluides tant qu'on ne les comprime pas, ils deviennent en quelque sorte solides sous pression. Leur coefficient d'élasticité de glissement, ou *coefficient de rigidité* (μ de Lamé), au lieu d'être constant comme chez les solides, nul comme chez les fluides, paraît proportionnel à la pression moyenne p.

» C'est ce que je déduis en effet des expressions par lesquelles on représente, dans les corps isotropes, la moyenne des trois forces élastiques principales (c'est-à-dire la pression moyenne p changée de signe) et aussi les différences respectives de ces trois forces, en fonction des trois dilatations principales $\partial_1, \partial_2, \partial_3$. En tenant compte, dans tous les résultats, des termes affectés des carrés et des produits deux à deux de $\partial_1, \partial_2, \partial_3$, puis exprimant que le milieu considéré, pour des valeurs finies de $\partial_1, \partial_2, \partial_3$, cesse d'admettre des forces élastiques tangentielles dès que la pression moyenne p est nulle, je trouve que les composantes appelées par Lamé N_1, N_2, N_3, T_1, T_2, T_3 y ont pour valeurs (tant qu'elles ne dépassent pas certaines limites)

$$N_1 = -p\left(1 - 2m\frac{du}{dx}\right), \quad T_1 = pm\left(\frac{dv}{dz} + \frac{dw}{dy}\right), \quad N_2 = \ldots,$$

où m est un coefficient positif et constant assez considérable, et où u, v, w, fonctions des coordonnées d'équilibre x, y, z, désignent les trois composantes du déplacement moléculaire. La même analyse prouve que la dilatation cubique est en même temps négligeable vis-à-vis des trois dilatations linéaires dont elle égale sensiblement la somme algébrique, ou qu'on peut admettre la relation d'incompressibilité $\frac{du}{dx} + \frac{dv}{dy} + \frac{dw}{dz} = 0$

» Si l'on joint celle-ci aux trois fonctions qui expriment l'équilibre de

translation d'un élément de volume rectangulaire, on aura les équations indéfinies nécessaires pour déterminer les quatre fonctions inconnues u, v, w, p. Quant aux conditions spéciales aux surfaces limites, elles reviennent : 1° pour les surfaces libres, à exprimer que la pression du massif sur sa couche superficielle est nulle (car on fait abstraction de la pression atmosphérique exercée autour de chaque grain sablonneux et qui n'influe pas sur les actions mutuelles de ces grains) ; 2° pour les parois fixes (ou faces postérieures des murs de soutènement), à y poser $u = 0$, $v = 0$, $w = 0$ dans le cas ordinaire où elles sont rugueuses au point d'immobiliser la couche adjacente du massif, et à dire que la composante normale du déplacement et les deux composantes tangentielles de la poussée sont nulles dans le cas contraire d'une paroi infiniment polie. Je me borne à considérer ces deux espèces opposées de parois.

» 3. Les intégrations sont faciles quand le massif pesant est limité supérieurement par un plan faisant avec l'horizon un angle donné ω, mais indéfini dans tous les autres sens. Une telle masse pulvérulente est susceptible d'une double infinité de modes d'équilibre, suivant les valeurs qu'on attribue à deux constantes arbitraires introduites par l'intégration. Un système quelconque de droites parallèles, situées dans un plan vertical perpendiculaire à celui du talus supérieur, s'y change, par suite des petites déformations éprouvées, en une famille de coniques concentriques, semblables et semblablement placées, dont les axes ont les directions des bissectrices des quatre angles que forme une verticale avec le profil du talus supérieur. Ces coniques deviennent des cercles de très-grand rayon pour les lignes parallèles au talus ; elles se réduisent même toutes à de simples droites parallèles, quand l'une des deux constantes arbitraires, c, est nulle : alors les différentes parties du massif éprouvent exactement les mêmes déformations.

» Le cas particulier $c = 0$, qui comprend une infinité de modes d'équilibre, puisqu'il y subsiste encore une constante arbitraire, est le seul pour lequel les conditions relatives à une paroi, rugueuse ou polie, se trouvent vérifiées en tous les points d'une surface. Celle-ci doit même, à cet effet, se réduire à un plan coupant le talus supérieur suivant une horizontale ; mais, quelle que soit la direction d'un tel plan, on peut déterminer la constante disponible de manière à vérifier dans toute son étendue les conditions aux parois. Ainsi, parmi tous les modes possibles d'équilibre du massif indéfini, il y en a un et un seul qui, supposé préalablement établi, subsistera si la matière comprise d'un côté du plan considéré devient un mur ayant ce plan

pour face postérieure. C'est naturellement ce mode d'équilibre qui doit se produire lorsque le mur dont il s'agit existe effectivement, et il serait d'ailleurs le même pour deux directions rectangulaires de ce mur.

» Quand, en particulier, le mur de soutènement a une face postérieure rugueuse, inclinée sur la verticale d'un angle que nous appelons ε, ou sous l'horizontale d'un angle $\frac{\pi}{2} - \varepsilon$, le *tassement* du massif se fait par déplacements parallèles à la face considérée, et qui valent, pour chaque particule, le produit de sa distance à cette face par le facteur constant $\frac{\sin\omega}{m\cos(\omega - 2\varepsilon)}$. Quant à la poussée exercée sur la même face à la distance L de son bord supérieur, l'angle φ_1, qu'elle fait avec le prolongement de la normale à la face considérée, et la valeur R qu'elle a par unité d'aire résultent des formules

$$\operatorname{tang}\varphi_1 = \frac{\sin\omega}{\cos(\omega - 2\varepsilon)}, \quad \frac{R}{\rho g L} = \frac{\cos(\omega - \varepsilon)\cos(\omega - 2\varepsilon)}{\cos 2(\omega - \varepsilon)\cos\varphi_1},$$

où ρg désigne le poids de l'unité de volume du massif.

» 4. Mais je n'ai pas tenu compte, dans ce qui précède, des limites d'élasticité de la matière pulvérulente. Or, de même que, après avoir résolu le problème de l'équilibre d'un solide soumis à des forces données et supposé parfaitement élastique, on exprime que la plus grande dilatation en chaque point doit rester inférieure à la valeur pour laquelle les déformations commenceraient à avoir une partie permanente sensible, de même il faut exprimer ici que la plus grande dilatation linéaire éprouvée aux divers points du massif atteint tout au plus la valeur maxima qui ne peut être dépassée sans qu'un éboulement soit à craindre. Les corps pulvérulents sont dénués de cohésion, c'est-à-dire incapables de transmettre des tensions, et la dilatation la plus grande, à l'état élastique, doit pour ce seul fait y rester toujours inférieure au rapport $\frac{1}{2m}$. La limite d'élasticité, étant ainsi moindre que $\frac{1}{2m}$, peut toujours être mise sous la forme $\frac{\sin\varphi}{2m}$, où φ désigne un angle, caractéristique de chaque espèce de matière, que l'expérience sera appelée à déterminer entre zéro et 90 degrés, et qui n'est autre que l'angle dit *de frottement* ou *de terre coulante*.

» Une première conséquence de la nouvelle condition imposée à l'équilibre est de faire annuler la constante c, c'est-à-dire de réduire tous les modes d'équilibre du massif indéfini à ceux qui conviennent à un massif limité par un mur plan; mais, en outre, les modes d'équilibre subsistants,

qui dépendent alors d'un seul paramètre, ε par exemple, ne restent possibles qu'autant que

$$\cos^2(\omega - 2\varepsilon) \gtreqless \frac{\sin^2\omega}{\sin^2\varphi}.$$

» Leur nombre, illimité tant que l'inclinaison ω du talus sur l'horizon est nulle, devient de plus en plus restreint à mesure que cette inclinaison grandit en valeur absolue; il se réduit à un seul quand elle atteint la valeur absolue φ, et à zéro pour les valeurs de ω prises en dehors des limites $\pm\varphi$.

» Ainsi s'explique, dans cette théorie, l'impossibilité qu'un massif pulvérulent se soutienne sous un angle supérieur à celui de la terre coulante; mais cette même théorie indique de plus que, si le massif, au lieu d'être indéfini, est limité d'un côté par un mur rugueux faisant un angle ε avec la verticale, l'inclinaison ω du talus supérieur ne pourra pas même atteindre en général les valeurs extrêmes $\pm\varphi$ (du moins tout près du mur et en supposant la matière à l'état élastique). Voici, par exemple, pour $\varphi = 45$ degrés et pour diverses valeurs de ε, les valeurs extrêmes de ω :

Valeurs de ε.......	0°.00'	10°.00'	20°.00'	22°.30'	30°.00'	40°.00'	45°
Valeurs limites de ω.	35.16	41.14	44.48	45.00	42.22	22.01	0
	−35.16	−28.09	−20.26	−18.26	−12.22	− 4.08	0

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur l'isomérie dans les matières albuminoïdes.* Extrait d'une lettre de M. A. Béchamp à M. Dumas.

(Commissaires : MM. Dumas, Chevreul, Boussingault, Wurtz.)

« Il y a quelques années, pendant que j'étudiais les produits de l'oxydation des matières albuminoïdes par l'hypermanganate de potasse, j'ai eu l'occasion de déterminer le pouvoir rotatoire de l'albumine du blanc d'œuf. J'avais trouvé que ce pouvoir, pour la teinte de passage, était compris entre 40 et 42 degrés ↘. Parmi les produits de l'oxydation de cette albumine se trouvaient des composés à réaction acide, dont les pouvoirs rotatoires, de même sens que celui de l'albumine, étaient de 43, 49, 52 et même 56 degrés. Je vis bientôt que je n'opérais pas sur des matières toujours identiques, et que le blanc d'œuf contenait plusieurs substances albuminoïdes possédant des pouvoirs rotatoires inégaux. L'albumine soluble préparée par l'élégant procédé de M. Wurtz possède un pouvoir rotatoire compris entre 30 et 34 degrés, toujours à gauche. Ne pouvant attribuer une si grande différence à une erreur d'observation, ni à des impuretés, j'imaginai que, outre l'albumine soluble de M. Wurtz, le blanc d'œuf en

contenait une autre d'un pouvoir rotatoire plus élevé et de même sens : c'est, en effet, ce qui a lieu. Quoique la révision des matières albuminoïdes que j'ai entreprise soit loin de son terme, il s'en dégage pourtant quelques conséquences qui me paraissent mériter de vous être communiquées.

» Il me semble, si j'ai bien compris votre pensée, que vous n'avez jamais cessé d'admettre plusieurs espèces distinctes de matières albuminoïdes, la notion de l'espèce chimique étant conçue selon les idées de M. Chevreul. En effet, dans la *Statique chimique des êtres organisés*, vous avez dit : « La fibrine, l'albumine, le caséum, etc., présentent une analogie singu-» lière avec le ligneux, l'amidon et la dextrine. » Or le ligneux, l'amidon et la dextrine, quoique doués de la même composition, sont bien évidemment des espèces chimiques distinctes. Ces idées, je les avais adoptées et défendues dans ma Thèse. A la même époque, en 1856, Ch. Gerhardt disait :

« Ces matières possèdent non-seulement la même composition, mais encore la même constitution chimique ; elles ne diffèrent que par leur état physique ou par la nature des substances minérales avec lesquelles elles sont combinées. » Il ajoutait : « Il y aurait donc un principe unique, un acide faible, qui, tantôt soluble, tantôt insoluble (à la manière de l'acide tartrique anhydre, du chloral, de l'aldéhyde, etc.), constituerait l'albumine, la caséine, la fibrine, suivant qu'il serait ou non combiné avec les alcalis ou mélangé avec des sels étrangers. Si l'on conserve à ce principe le nom d'*albumine*, on peut dire que le blanc d'œuf et le sérum, solubles et coagulables par la chaleur, sont formés de bialbuminate de soude; que la caséine du lait, soluble et incoagulable par la chaleur, représente de l'albuminate neutre de potasse, et que la fibrine est l'albumine insoluble ou coagulée, plus ou moins mélangée de phosphates terreux. »

» Pour M. Eichwald (*Bulletin de la Société chimique,* t. XX, p. 414; novembre 1873), « les diverses matières albuminoïdes sont encore com-» posées d'une seule et même substance, modifiées par des combinaisons » avec des matières colloïdes ou cristalloïdes. L'albumine du sang serait » une combinaison d'albumine et de sel marin ; par l'action prolongée de « l'eau, elle se précipiterait à l'état colloïde (syntonine) ou à l'état coagulé. » La précipitation par la chaleur s'expliquerait par la décomposition de » la combinaison saline, plus facile à chaud qu'à froid. » Pour M. Soxhlet (*Ibid.,* p. 415), « il y a identité absolue entre les albuminates alcalins et la » caséine. » Selon l'auteur, la caséine et les albuminates alcalins auraient le même pouvoir rotatoire.

» J'ai toujours supposé que ces opinions ne reposaient sur rien de solide. C'est pour cela que, dans ma Thèse, combattant ces tendances, je disais :

« Il y a bien longtemps déjà, M. Biot a montré que l'albumine était lévogyre. Pour prouver que les albuminoïdes représentent autant de substances identiques ou différentes, il faudrait prouver que, dans les mêmes circonstances, la fibrine, l'albumine, la caséine et leurs variétés possèdent le même pouvoir rotatoire avec un ensemble de propriétés communes, ou bien que leurs pouvoirs rotatoires sont différents, ce qui coïnciderait avec les propriétés diverses qu'on leur connaît déjà. M. Bouchardat nous promet cette étude des pouvoirs rotatoires des albuminoïdes; mais, en attendant que ce travail d'ensemble, qui conduira à la solution du problème, soit fait, mieux vaut encore supposer que tous les produits désignés sous le nom collectif d'*albuminoïdes* sont différents, que de venir hâtivement les considérer comme une même substance. » J'ajoutais : « Considérés au point de vue anatomique, les principes albuminoïdes sont nécessairement différents : l'albumine du sérum n'est pas celle du blanc d'œuf, la fibrine du sang n'est pas la fibrine musculaire. »

» Je me crois en mesure de démontrer chimiquement ce que, en 1856, je considérais comme démontré anatomiquement. Jusqu'ici, sauf M. Wurtz pour l'albumine soluble, on n'a réellement étudié que des mélanges, et l'histoire des albuminoïdes est complétement à refaire. Il n'est que juste de faire remarquer que M. Wurtz, dans son travail sur l'albumine soluble (1844), s'était déjà élevé contre l'opinion que l'albumine ne devait sa solubilité dans l'eau qu'aux alcalis ou à la présence de divers sels. Il avait également fourni des preuves que l'albuminate de potasse ne saurait être confondu avec la caséine. L'illustre chimiste avait noté, en outre, que le sérum du sang ne fournissait pas l'albumine soluble par le procédé qui permet de préparer si aisément celle du blanc d'œuf. N'étaient-ce pas là, déjà à cette époque, autant de motifs pour engager à ne pas confondre l'albumine de l'œuf avec celle du sang et, *a fortiori*, avec la caséine? Mais il est inutile d'insister davantage. J'espère apporter à l'appui de vos pensées et des expériences de M. Wurtz des preuves qui convaincront les plus incrédules.

» Je ne peux pas, dans cette Lettre, décrire les procédés de séparation et d'observations que j'ai appliqués; je me bornerai à énumérer les diverses substances que j'ai isolées et à donner le pouvoir rotatoire qui les caractérise individuellement comme espèces, les distinguant absolument les unes des autres. C'est de la discussion de ces pouvoirs rotatoires et de la composition élémentaire des substances qui les possèdent que se dégagera la notion juste du vrai caractère de l'isomérie dans les matières albuminoïdes.

» *Blanc d'œuf de poule.* — Outre l'albumine soluble de M. Wurtz, le blanc d'œuf en contient deux autres, également solubles dans les mêmes conditions que celle-là, et dont l'une est une zymose capable de convertir l'empois de fécule en fécule soluble, mais sans formation de dextrine et, à

plus forte raison, de glucose. La zymose du blanc d'œuf, outre son pouvoir rotatoire très-élevé, se distingue encore des deux autres en ce qu'elle reste soluble dans l'eau après avoir été précipitée par l'alcool. Les pouvoirs rotatoires ont été déterminés à l'aide du saccharimètre de Soleil :

Albumine soluble de Wurtz...	$[\alpha]_j = 33°,1$ ↖	Dans l'eau.
» ...	$[\alpha]_j = 32°,7$ ↖	Avec addition d'acide acétique.
» ...	$[\alpha]_j = 34°,4$ ↖	Avec addition de carbonate de soude.
Autre albumine soluble......	$[\alpha]_j = 53°,6$ ↖	Dans l'eau.
Zymose du blanc d'œuf......	$[\alpha]_j = 70°,8$ ↖	Dans l'eau.

» *Jaune d'œuf de poule.* — Le jaune d'œuf de poule contient naturellement un produit de nature albuminoïde et insoluble que je considère comme organisé; il constitue la plus grande partie de la vitelline que vous avez analysée. Débarrassé de tout ce qui l'accompagne dans le jaune, il fluidifie l'empois malgré son insolubilité dans l'eau, et est capable d'agir comme ferment organisé : ce sont les *microzyma* du jaune d'œuf. En outre, il y a dans le jaune deux autres matières albuminoïdes qui sont solubles dans l'eau : l'une devient insoluble après sa précipitation par l'alcool, je n'ai pas encore pu déterminer son pouvoir rotatoire; la seconde reste soluble dans l'eau après sa précipitation par l'alcool, et elle agit comme zymose sur la fécule, mais sans la saccharifier : je la nomme *lécithozymose.*

Lécithozymose.............	$[\alpha]_j = 46°,5$ ↖	Dans l'eau.

» *Matières albuminoïdes du lait de vache.* — On était indécis sur la question de savoir si le lait contient ou non, outre la caséine, quelque autre matière albuminoïde : il y en a deux, dont une zymose, qui reste soluble dans l'eau après sa précipitation par l'alcool. J'ai déterminé le pouvoir rotatoire de la caséine, de l'albumine et de la zymose du lait, en me servant de l'appareil de Soleil :

Caséine du lait caillé...............	$[\alpha]_j = 111°,7$ ↖	Dans le carbonate de soude.
» du lait frais...............	$[\alpha]_j = 109°,7$ ↖	»
Caséine de fromage de Munster (Alsace)	$[\alpha]_j = 108°,9$ ↖	»
» de caillette d'agneau........	$[\alpha]_j = 102°,2$ ↖	»
» de lait frais...............	$[\alpha]_j = 80°,0$ ↖	Dissolution dans l'acide acétique.
Lactalbumine.....................	$[\alpha]_j = 64°,8$ ↖	Dans le carbonate de soude.
»	$[\alpha]_j = 54°,5$ ↖	Dans l'acide acétique.
Galactozymose...................	$[\alpha]_j = 40°,7$ ↖	Dans l'eau.

» *Protéine de blanc d'œuf.* — J'ai préparé la protéine avec le blanc d'œuf.

La matière se dissout aisément dans une dissolution de carbonate de soude et dans l'acide acétique. Les dissolutions étant colorées en jaune assez intense, je me suis servi de l'appareil de M. Cornu pour mesurer la déviation qu'elles impriment au plan de polarisation :

Protéine dans le carbonate de soude............ $[\alpha]_j = 36°,6$ ↘

» dans l'acide acétique.................. $[\alpha]_j = 26°,3$ ↘

» *Albumine du sérum du sang.* — On ne connaissait point l'albumine du sang à l'état soluble; j'ai réussi à l'isoler. L'albumine du sérum du sang de bœuf n'est pas non plus unique. Jusqu'ici j'en ai isolé une, dont le pouvoir rotatoire est presque le double de celui de l'albumine soluble de M. Wurtz, et une autre qui se comporte comme une zymose, c'est-à-dire qui est soluble dans l'eau, après sa précipitation par l'alcool, et qui fluidifie l'empois de fécule sans le saccharifier.

» Tels sont, Monsieur, les résultats les plus nets que j'aie obtenus jusqu'ici. L'espace me manque pour les discuter, et pour les mettre en regard des travaux allemands; mais il n'est plus possible de soutenir qu'un principe unique, combiné ou mélangé avec des substances diverses, alcalines, acides, colloïdes ou cristalloïdes, constitue les substances que l'on appelle *albuminoïdes*.

» Les pouvoirs rotatoires de la plupart d'entre elles, toutes choses égales d'ailleurs, sont si différents qu'aucune cause d'erreur ne pourrait expliquer pourquoi la caséine a un pouvoir rotatoire trois fois plus grand que celui de l'albumine soluble de M. Wurtz et deux fois plus grand que celui de l'autre albumine du blanc d'œuf. »

M. **Dumas**, après avoir donné connaissance à l'Académie de cette Lettre très-intéressante, ajoute que, dans quelques recherches sur le lait de vache, dont il s'est occupé cette année, il a constaté, comme M. Béchamp, mais par d'autres moyens, la présence dans ce lait de trois matières albuminoïdes distinctes, le caséum, toutefois, demeurant très-prépondérant par sa quantité relative.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Action de l'eau sur le plomb laminé.* Note de M. **H. Marais**. (Extrait.)

(Commissaires précédemment nommés : MM. Chevreul, Dumas, Balard, Peligot, Wurtz, Belgrand.)

« L'acide sulfhydrique est le réactif le plus sensible : en prenant certaines précautions, il peut déceler un cent-millième d'un sel soluble de plomb.

Son action n'est pas troublée par la présence de matières organiques mélangées aux liqueurs plombifères; c'est ainsi qu'il accuse très-nettement un dix-millième de plomb dans des liqueurs sucrées, salées, mélangées de bouillon gras, etc. Il donne une réaction particulière avec le lait : du lait contenant un demi-milligramme de plomb par litre est coloré en *rose chair* par l'hydrogène sulfuré; la réaction est encore sensible lorsqu'il n'en contient qu'un dix-millième.

» L'acide sulfurique est aussi un excellent réactif du plomb. Il peut accuser un dix-millième d'un sel soluble de ce métal.

» Le chromate de potasse vient ensuite; puis, en dernier lieu, l'iodure de potassium, qui est le réactif le plus susceptible d'occasionner des erreurs. Contrairement à ce qui a été avancé, il n'accuse point un dix-millième de plomb, quel que soit l'état de dilution auquel on l'emploie; sa limite de sensibilité est un demi-millième. En outre, si l'on opère avec des liqueurs acides, il arrive que l'on obtient un précipité d'iode ou bien des colorations jaunes plus ou moins foncées, toutes choses qui peuvent induire en erreur.

» L'opinion la plus accréditée, en France et en Angleterre, est que l'eau potable n'attaque pas le plomb. On a dit que la présence d'une petite proportion de sels calcaires, carbonates ou sulfates, suffit pour empêcher toute action dissolvante, ou tout au moins pour la limiter : nous ne craignons pas d'affirmer que cette opinion est erronée. En mettant en contact des rognures de plomb avec de l'eau potable, qui se trouble par l'ébullition et contient un excès de carbonate et bicarbonate calcaires, on peut constater, au bout de trois jours seulement, la présence d'une fine poussière blanche, qui se caractérise nettement comme étant du carbonate de plomb. L'acide sulfhydrique n'accuse point la présence du plomb dans l'eau transparente qui surnage; mais, au bout de vingt jours, ce réactif communique à l'eau une teinte appréciable.

» L'eau potable, chargée d'acide carbonique sous pression, et dans laquelle on laisse séjourner quelques rognures de plomb laminé, dissout une quantité de plomb qui, dosé à l'état de sulfure, représente 6 *milligrammes* de métal par demi-litre d'eau gazeuse. Dans ce cas, il ne s'est formé aucun trouble dans l'eau en expérience : le sel de plomb formé était dissous.

» La filtration d'une eau plombifère sur une couche de braise de boulanger, grossièrement pulvérisée, suffit pour enlever le plomb dans une solution qui en contient même 1 *décigramme par litre*. Toutefois, nos expériences sur ce sujet ne sont pas encore assez nombreuses pour que nous puissions garantir la constance de ce résultat. »

BOTANIQUE. — *Organogénie comparée de l'androcée dans ses rapports avec les affinités naturelles;* par M. **Ad. Chatin.**

(Renvoi à la Section de Botanique.)

« Les affinités naturelles des plantes sont l'un des points que j'ai eu pour objet d'éclairer, en me livrant depuis de longues années aux études organogéniques dont je me propose de soumettre à l'Académie les résultats généraux.

» I. La classe des Éricoïdes se compose des Éricacées et des Épacridées, familles dont tous les botanistes admettent les grandes affinités. Cependant M. Payer indique les deux verticilles staminaux de l'*Erica* comme se produisant dans l'ordre centripète, les étamines opposées aux sépales étant, selon lui, placées sur un cercle plus extérieur que celui qui passerait par les étamines oppositipétales. Or, le contraire ayant lieu pour l'*Epacris*, dont les étamines premières nées forment le verticille le plus intérieur, quoique aussi opposé aux lobes du calice, il s'ensuivrait que les Éricacées et les Épacridées n'appartiendraient pas au même type floral et seraient, à tort, réunies dans la même classe. Dans cette hypothèse, les Éricacées seraient aux Épacridées ce que sont, d'après mes observations publiées depuis plus de quinze ans, les Limnanthées aux Géraniacées; mais il n'en est rien : le *Kalmia*, le *Rhododendrum*, le *Vaccinium*, l'*Erica* lui-même observé par M. Payer, ayant bien en réalité, comme l'*Epacris*, le verticille interne des étamines placé, non devant les pétales, mais devant les sépales. La différence essentielle, quant à l'androcée, entre l'*Erica* et l'*Epacris*, consiste en ce que dans celui-ci les étamines oppositipétales et dernières nées passent à l'état de staminodes, comme le verticille correspondant dans l'*Erodium*. C'est d'ailleurs ce même verticille qu'atteint, dans l'*Azalea*, un avortement complet; du reste M. Payer, qui attribue à l'*Epacris* cinq étamines seulement, savoir l'androcée de l'*Azalea*, a très-bien vu et figuré dans cette plante le verticille oppositipétale, d'abord semblable en tout au verticille correspondant des Éricacées à deux rangs d'étamines fertiles.

» Étant d'ailleurs donné ce fait, très-général, que l'avortement, même congénital, du verticille d'étamines dernier né chez des plantes voisines n'implique aucunement un changement de type et est même toujours à prévoir, il en résulte que les Épacridées et les Éricacées doivent rester rapprochées les unes des autres.

» II. Des botanistes distingués rapprochent les Térébinthinées des Légumineuses ; d'autres les tiennent pour voisines des Rutacées ; c'est même

dans une classe commune qu'Endlicher et M. A. Brongniart réunissent celles-ci. L'organogénie appuie à un haut degré ce dernier rapprochement, auquel elle ajoute un caractère important.

» C'est un fait général, d'après mes observations, que, dans toutes les Légumineuses, la formation de l'androcée est centripète. Si l'espèce est diplostémone, ce qui est le cas ordinaire, on constate que le verticille opposé aux sépales apparaît le premier, et, fait assez rare dans les plantes dicotylédones, est très-certainement plus extérieur que le verticille opposé aux pétales. Or cet ordre de position de l'androcée diplostémone, général dans les Monocotylédones, est assez exceptionnel chez les Dicotylédones pour donner aux groupes qui le présentent un caractère très-spécial. J'ai autrefois indiqué ce type floral dans les Limnanthées et montré dès lors que ce petit groupe naturel, d'abord réuni aux Géraniacées par R. Brown, doit en être définitivement séparé.

» Parfois assez difficile à voir dans quelques Légumineuses pour avoir échappé à M. Payer, la symétrie vraie de l'androcée de ces plantes peut être très-nettement observée dans les *Cassia*, *Cercis*, *Coronilla*, *Lathyrus* et *Pisum;* elle se maintient longtemps dans la préfloraison, pour s'effacer plus ou moins complétement au moment de l'anthèse.

» C'est encore dans l'ordre centripète que se produisent les étamines dans les *Acacia* polystémones, dont l'androcée est d'ailleurs comparable, par le grand nombre de ses éléments et son évolution, à celui des Rosinées, classe voisine.

» Tout autre est le cas des Térébenthinées. Ici, en effet, la formation de l'androcée est toujours et très-nettement centrifuge; qu'on suive la production de cet appareil dans l'*Ailanthus* ou le *Connarus*, dans l'*Anacardium* ou le *Balsamodendron*, et l'on constatera que toujours le verticille opposé aux sépales, celui-là même qui se trouve le plus extérieur dans les Légumineuses, est, au contraire, placé ici sur un cercle inscrit à l'intérieur de celui qui porte les étamines opposées aux pétales. C'est bien toujours, dans les Térébenthinées, comme chez les Légumineuses, comme dans les Géraniacées et les Limnanthées, le verticille oppositisépale qui naît le premier; mais chez les Térébenthinées, comme chez les Géraniacées vraies, ce verticille est intérieur : donc l'évolution y est centrifuge et non centripète, comme dans les Légumineuses et les Limnanthées.

» On avait été trompé sur l'ordre de position par cette circonstance que, dans les deux types, ce sont les étamines opposées aux parties du calice qui apparaissent les premières.

» Mais, si le type symétrique de l'androcée écarte les Térébinthacées des Légumineuses, il cimente l'union déjà opérée par d'éminents botanistes, d'après les caractères morphologiques, entre ces plantes et le groupe important des Rutacées; d'autre part, l'évolution centripète, commune aux Légumineuses polystémones et aux Rosacées, est une analogie de plus entre ces groupes naturels.

» III. Les Dilléniacées forment un groupe de plantes dialypétales à type polystémone, toujours rapproché, quoique à des degrés variables, des Renonculacées, des Magnoliacées et des Anonacées. Or il est digne de remarque qu'entre toutes ces familles polystémones, les Dilléniacées présentent seules l'évolution centrifuge dans leur androcée, dont, par suite, les étamines premières nées sont dans le voisinage du pistil, les dernières étamines produites occupant, au contraire, la portion du réceptacle la plus voisine de la corolle.

» Les Dilléniacées présentent en outre ce caractère, que leurs étamines, au lieu de se produire d'abord sur toute la circonférence du réceptacle, commencent leur évolution sur des points donnés, et ici alternipétales, pour de là s'irradier, en se multipliant, vers la portion inférieure du torus.

» Si ces deux caractères, naissance centrifuge en même temps que procédant de points d'abord isolés et définis, distinguent nettement les Dilléniacées des familles polystémones, auxquelles elles tiennent d'ailleurs (aux Renonculacées surtout) par des caractères importants, ils établissent, au contraire, un point de contact entre elles et d'autres familles de plantes dialypétales, avec lesquelles on trouverait d'ailleurs aisément quelques autres rapports, savoir les Clusiacées, Hypéricinées, Ternstrémiacées, Liliacées, Malvacées, grande association que relie, outre d'importantes analogies morphologiques, l'évolution centrifuge des étamines, et leur naissance procédant de points en nombre défini.

» IV. Si, par leur androcée à évolution centrifuge et procédant de points isolés, les Dilléniacées font tache au milieu des Magnolinées et des Renonculinées, il n'en est plus ainsi des Berbérinées, qui toutes, Berbéridées, Lardizabalées et Ménispermées, d'ailleurs intimement unies par leurs sépales et pétales bisériés, ne le sont pas moins, entre elles d'abord, avec les Renonculacées ensuite par la symétrie et l'évolution de l'androcée.

» Chez les Berbérinées, en effet, les étamines, le plus souvent sur deux, parfois sur trois rangs, naissent toujours dans l'ordre centripète, savoir : le verticille opposé aux pétales externes d'abord, puis le reste successivement et alternativement. Or, cette évolution centripète de l'androcée, ab-

solument de même ordre que dans les Limnanthées et les Légumineuses, est, ai-je dit, assez rare dans les Dicotylédones pour bien caractériser les groupes qui les présentent.

» Mais, en même temps que l'évolution centripète de l'androcée ajoute aux rapports intimes des Berbéridées, des Lardizabalées et des Ménispermées entre elles, elle rattache ces plantes à la classe des Renonculinées. La différence, de même ordre qu'entre les Légumineuses diplostémones et les polystémones, est que dans celles-là les étamines sont en nombre défini, tandis que chez celles-ci elles sont multiples.

» L'ordre centripète de formation de l'androcée des Berbérinées confirme toutes les analogies admises entre cette classe de plantes et celle des Papavérinées. C'est, en effet, à l'évolution centripète que se rattachent aussi ces dernières qui, par leurs espèces à étamines en nombre défini, tiennent aux Berbérinées, tandis qu'elles touchent aux Renonculacées par le *Papaver* polystémone.

» Les Berbérinées et les Papavérinées se rattachent aux Crucifères par un point, la position alternipétale des étamines du verticille extérieur; elles s'en écartent par l'ordre de naissance de celles-ci, ordre qui est centrifuge dans les Crucifères. »

VITICULTURE. — *Note sur les Phylloxeras hibernants; leur agilité, leur réveil produit artificiellement;* par M. **Max. Cornu**, délégué de l'Académie.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Quoiqu'ils demeurent immobiles et sans se développer, les Phylloxeras hibernants n'ont pas cependant perdu la faculté de se déplacer et de changer de lieu. Pour voir s'il en était ainsi, j'ai pris un fragment de racine long de 3 centimètres et large de 5 millimètres, présentant à sa surface une soixantaine d'individus hibernants; il n'y avait aucun adulte, pas d'œufs ni d'individus agiles, ainsi que je m'en assurai spécialement. Je le fixai avec une aiguille sur la partie d'origine caulinaire d'une vigne parfaitement saine, sur laquelle étaient nées des racines adventives : c'était une bouture de chasselas apportée de Paris. Au bout d'une huitaine de jours, le petit fragment de racine commençait à se dessécher, malgré une humidité excessive condensée sur les parois du flacon ; il fut abandonné par un certain nombre d'insectes qui se portèrent, sur les racines nouvelles, en meilleur état et non desséchées, placées à leur portée directe. Quoique maintenus à une température toujours inférieure à 10 degrés, et qui descendit pendant ces jours-là jusqu'à 6 et 5 degrés, plusieurs Phylloxeras ont re-

trouvé momentanément une certaine activité : il est donc établi que, dans la nature, ces insectes peuvent ne pas demeurer en place et émigrer, à de courtes distances au moins, d'un point à un autre pendant l'hiver.

» Pendant que la surface du sol était gelée, j'ai voulu connaître quelle était la température du sol à une certaine profondeur. Je fis creuser à 60 et 80 centimètres dans un terrain formé par les alluvions modernes de la Garonne; la température à cette profondeur était de $6\frac{1}{2}$ degrés, température tout à fait comparable à celle à laquelle se trouvaient exposés les insectes de mes flacons : les résultats précédents peuvent certainement leur être appliqués.

» En vue de conclusions pratiques, on peut rapprocher ce fait d'un autre; l'ensemble permettra de juger des difficultés que doit rencontrer dans la nature l'une des méthodes de traitement.

» Si l'on cherche actuellement le Phylloxera sur les racines des vignes, il échappe aux regards; diverses raisons en sont la cause : d'abord l'insecte est très-petit et sa couleur est très-foncée; d'autre part, il s'enfonce dans les fissures de l'écorce et se cache dans les endroits où elle est rompue. En ces points, le bois n'est pas mis à nu, il est loin encore du suçoir de l'insecte; ce qui se rompt, c'est l'écorce ancienne, morte et exfoliée, en partie décomposée, dont la partie extérieure, mouillée et noire, est adhérente à la terre; mais, au-dessous d'elle, il y a l'écorce nouvelle parfaitement saine et blanche, à cellules gorgées de sucs; c'est elle que le Phylloxera préfère et qu'il va chercher à travers les fissures de l'écorce ancienne, sur laquelle il n'est visible d'ailleurs qu'en petit nombre. Il trouve sur cette couche nouvelle une nourriture plus abondante et plus riche; il y est en outre beaucoup mieux protégé.

» La couche qui sépare l'ancienne écorce de la nouvelle est la partie extérieure du nouveau suber, elle est de couleur grise ou violacée, entièrement sèche et difficilement mouillée par l'eau; l'alcool, l'acide acétique, au contraire, la pénètrent instantanément. Quand on plonge une racine dans l'eau, l'air demeure emprisonné et adhérent à cette couche grise qui reste sèche, tandis que l'écorce noire est mouillée. Les Phylloxeras se réunissent en assez grand nombre sous cette écorce noire, qui n'est plus reliée que d'une façon mécanique et d'ailleurs très-incomplète à la couche située au-dessous. Lorsque la partie supérieure se décompose de plus en plus, les Phylloxeras qui y sont fixés, mais en petit nombre, peuvent et doivent émigrer vers un endroit mieux abrité; on pouvait espérer que ceux qui s'étaient établis, pour hiverner, sur une surface destinée à être normalement exfoliée périraient, lorsque cette portion d'écorce viendrait à se dé-

composer pendant les six mois de repos de la végétation, il n'en est rien; quand la place choisie par lui devient inhospitalière, l'insecte peut changer de lieu.

» Il faut remarquer, en outre, que les insecticides versés dans les profondeurs du sol au moyen de solutions ou déposés à la surface, et que les pluies d'automne et de printemps devraient entraîner dans le sous-sol, trouvent dans ces conditions un obstacle considérable à leur action. Ainsi employés, les toxiques n'agissent, en général, que par contact, et c'est de ceux-là seuls qu'il est question. Or, sur les racines, si la couche superficielle est aisément humectée, la couche nouvelle est protégée par cette surface grise, rebelle à l'action de l'eau dont il a été question plus haut. Quoiqu'elle ne soit pas répandue sur toute la superficie de la racine, elle n'en constitue pas moins une portion notable qui demeure à l'abri du traitement des solutions et notamment des solutions salines, sels de mercure, de cuivre, acide arsénieux, etc. Il faudrait donc un liquide capable de mouiller immédiatement ou, avec le temps, d'imbiber cette partie sèche (1); qui, glissant dans les fissures, se répandît ensuite au-dessous de l'ancienne écorce, poursuivant ainsi les insectes dans leur retraite. Sans cela, ces derniers y demeureraient hors de danger. Puisque le Phylloxera n'a pas perdu la faculté de se déplacer, n'est-il pas vraisemblable qu'il fuira, en effet, les zones occupées par la solution toxique? Il trouvera à une très-courte distance, en général, des points où il pourra se réfugier et où le poison ne pourra le suivre. Ces points seront pour lui des lieux d'asile, d'où il se répandra de nouveau sur la vigne, incomplétement débarrassée de son parasite, dès que l'effet du toxique sera affaibli et quand il aura été entraîné au loin dans le sol.

» Un liquide qui mouillerait les corps imprégnés de substances grasses présenterait un autre avantage; on ne doit pas oublier que la plupart des insectes, et les Phylloxeras en particulier, ne sont pas mouillés très-aisément par l'eau ou les solutions aqueuses; le poison qui doit être absorbé exige au préalable un contact prolongé avec l'animal. Ce dernier peut être entouré de liquide sans être directement touché par lui et demeurer environné d'air; certains insectes profitent de cet avantage pour s'aventurer

---

(1) Dans le procédé de submersion, imaginé par M. Faucon, un excès d'eau considérable est maintenu pendant un mois et peut produire des effets tout particuliers; en ne versant que dix litres de liquide par souche (ce qui constitue un traitement très-coûteux), on change peu, en général, les conditions d'humidité du sol, conditions dans lesquelles cette couche tubéreuse demeure très-longtemps sèche.

et vivre sous l'eau; mouillé directement par le liquide, le Phylloxera sera moins réfractaire à son action.

» Si le liquide émet des vapeurs sensibles et que ces vapeurs soient toxiques pour le Phylloxera, ce dernier ne pourra, dans sa retraite, échapper à leur action. Ce qui précède paraît montrer que les solutions de substances fixes ne donneront pas probablement tous les résultats qu'on paraît en attendre.

» Si le Phylloxera hibernant n'est qu'un jeune arrêté dans son développement par une température trop basse, cette modification devra disparaître quand la température viendra à s'élever; ce sera la confirmation directe de cette hypothèse qui concorde avec la forme et la disposition extérieure des insectes issus des galles ou nés sur les racines (voir la Note précédente).

» J'ai placé dans une enceinte chauffée un flacon contenant un certain nombre de racines ayant un diamètre de $1 \frac{1}{2}$ centimètre environ. Elles étaient couvertes d'individus tout jeunes, très-petits et bruns, disposés soit isolément, soit en petits groupes dans les fentes de l'écorce extérieure. Deux thermomètres indiquaient, l'un la température maximum, l'autre la température minimum. La température moyenne était de 30 degrés; elle ne descendit pas au-dessous de 24°,5; mais chaque jour elle s'élevait jusqu'à 35 degrés, et, ces jours derniers (20 et 21 décembre), elle monta jusqu'à 44 et 45°,5.

» Après trois jours, les Phylloxeras, de plats qu'ils étaient, avaient pris une apparence bombée: ils semblaient s'être gonflés sans augmentation de longueur; le lendemain un certain nombre d'individus avaient déjà mué; une douzaine furent recueillis; tous avaient dépouillé la peau du jeune, ainsi que cela était reconnaissable, d'après leur taille et aussi d'après la forme et la constitution des antennes et des pattes; leur couleur n'était déjà plus jaune, leur peau avait bruni et plusieurs étaient très-nettement tuberculeux. Les jours suivants eurent lieu les mues successives, et les Phylloxeras prirent les uns après les autres une belle couleur jaune d'or, identique à celle qu'ils offrent sur les racines pendant l'été. Après dix jours, je rencontrai deux œufs pondus par deux individus; le onzième jour les œufs étaient plus abondants; deux Phylloxeras, qui m'avaient peut-être échappé la veille, avaient déjà pondu, l'un quatre, l'autre six œufs. Après douze jours une dizaine d'insectes sont en train de pondre, et cet état paraît devenir général (20 décembre). Ainsi, en douze jours, les Phylloxeras ont effectué leurs trois mues et ont pondu; cela fait trois jours

comme intervalle moyen, de la première mue à la deuxième, de la deuxième à la troisième, de la troisième à la ponte, et de l'état initial à la première mue (en considérant l'état initial à partir du réchauffement comme point de départ analogue à l'éclosion), puisque, à partir de cet instant, l'insecte reprend son activité organique; nous retrouvons l'intervalle indiqué par M. Lichtenstein (*Compte rendu* du 25 août dernier).

La période jusqu'à la ponte a été même plus courte pour certains individus; elle n'a duré que onze jours pour quelques-uns, et même dix jours pour deux insectes au moins. Ces nombres sont relatifs à une température très-élevée, puisqu'elle a dépassé 40 et même 45 degrés. J'ai conservé pendant plusieurs jours sur ma poitrine un tube renfermant des insectes hibernants; le gonflement ne s'est montré qu'après quatre jours et le réveil après cinq; la température maximum d'un thermomètre placé dans les mêmes conditions a été de 33°,4. Ce tube, soumis à diverses alternatives de refroidissement, a présenté un développement moins rapide des insectes que le flacon de l'étuve; la température maxima était moins élevée. On voit nettement l'influence que la chaleur exerce sur la rapidité de croissance de ces insectes.

» Il est à remarquer que les Phylloxeras ne se sont pas réveillés tous à la fois, et que quelques-uns sont déjà gros, jaunes et ont déjà pondu, tandis que les autres sont très-en retard et beaucoup plus petits; la chaleur cependant a très-également pénétré toutes les parties; ce n'est pas à une cause de ce genre qu'on peut rapporter une pareille inégalité; cette différence ne peut être attribuée qu'à une disposition spéciale des insectes retardataires. Serait-ce parce qu'ils se sont mis à hiberner plus tard ou plus tôt que les autres? Cela serait possible sans doute, mais l'hibernation était déjà très-généralisée, il y a plus de deux mois, et, dans cet intervalle, les différences auraient dû disparaître. Ne serait-ce pas, plutôt, parce que, devenus un peu souffrants à cause des conditions dans lesquelles ils vivent et des changements qu'ils ont subis, leur activité organique se serait ralentie? S'il en était ainsi, tout agent toxique déposé dans le sol avant le réveil du Phylloxera aurait pour effet primitif de retarder son développement et, par conséquent, sa ponte; ce serait un premier résultat obtenu : les générations ultérieures seraient diminuées d'autant; on pense d'ailleurs que les œufs sont plus difficiles à détruire que les insectes qui leur donnent naissance.

» Parmi les conséquences théoriques ou pratiques que les faits précédents permettent de tirer, on peut signaler les suivantes.

» 1° Le réveil du Phylloxera ne paraît pas lié à celui de la végétation, puisque le changement d'état de l'insecte est déterminé par la chaleur seule sur des fragments de racines isolées et détachées de la plante mère. Si l'on avait affaire à des cépages diversement tardifs, il y aurait des intervalles divers aussi, entre le changement d'état de l'insecte, déterminé à un degré fixe, par la chaleur, et la reprise de la végétation déterminée à des températures différentes sur les cépages à réveils successifs, par leur nature propre. Il serait préférable, pour attaquer le Phylloxera, de choisir la période pendant laquelle, l'insecte se réveillant et devenant plus attaquable, la vigne demeure encore insensible aux insecticides : c'est cette période qu'il faudra essayer de préciser. Cela est délicat, mais semble possible; les différences que présentent entre eux les divers cépages permettant d'espérer un résultat, c'est une question que les viticulteurs devront étudier avec soin. A Montpellier, au printemps dernier, les terrets présentaient trois semaines de retard sur le chasselas et l'aramon; cet intervalle peut donc être relativement considérable entre des cépages dont les fruits mûrissent également bien.

» Quant à l'intervalle entre l'apparition des premiers insectes jaunes et des premiers œufs, il a été de six à huit jours dans mon expérience. Dans la nature, il doit être un peu plus long, car le sol n'est pas porté à une température aussi élevée. Au mas de las Sorres, près de Montpellier, dans un terrain profond, je ne trouvai, le 8 avril dernier, que trois Phylloxeras jaunes sur un certain nombre de souches; le 22 avril, les œufs étaient communs; cet intervalle y fut de 12 jours au plus.

» 2° Dans les sols peu profonds et facilement échauffés dans toute leur masse par les radiations calorifiques, le Phylloxera se réveillera plus tôt que dans les autres; la date du réveil variant, comme le prouve l'observation, pour les divers insectes, elle variera aussi avec la profondeur dans les terrains profonds et difficilement traversés par la chaleur.

» 3° Dans les pays chauds ou dans les terrains peu profonds et facilement échauffés, le Phylloxera hivernant plus tard, se réveillant plus tôt, favorisé pendant l'été par une température plus élevée, multiplie ses générations et doit produire un effet plus considérable, toutes choses égales d'ailleurs, que dans les pays froids ou dans les terrains difficilement pénétrés par la chaleur solaire.

» On pourrait donc s'attendre à voir les ravages produits par ce fléau redoubler d'intensité, à mesure qu'il marchera vers le midi, et en diminuer lorsqu'il s'avancera vers le nord. »

M. G. **Hilleret** soumet au jugement de l'Académie une Note « sur les cercles de hauteur et leur représentation sur la carte de Mercator ».

(Commissaires : MM. Serret, O. Bonnet, Phillips.)

M. A. **Milius** adresse une nouvelle Note concernant l'emploi du cyanure de potassium pour détruire le Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. A. **Netter** adresse une Note intitulée : « Cause et nature du Choléra ».

L'auteur admet l'existence d'un *ferment cholérique*, de la catégorie des ferments qui sont tués par l'oxygène libre.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

CORRESPONDANCE.

M. F. **Billet**, élu Correspondant pour la Section de Physique, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. le **Ministre de l'Agriculture et du Commerce** adresse, pour la bibliothèque de l'Institut, le n° 12 du Catalogue des brevets d'invention de 1872, et les nos 1 à 5 du Catalogue de 1873; la Table générale des tomes LXI à LXXIX de la Collection des brevets, et le tome LXXXI de cette Collection. (Le tome LXXX paraîtra prochainement.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° « L'Étude de la conformation du Cheval », par M. *A. Richard* (du Cantal);

2° « La Pluie et le beau Temps », par M. *P. Laurencin.*

« M. le général **Morin** présente, de la part de M. le général *de Chabaud-Latour*, Directeur du Dépôt des fortifications, les premières feuilles (V et XV) d'une carte de France que dresse ce Dépôt, et qui va être mise dans le commerce. Les autres feuilles seront adressées à l'Académie, au fur et à mesure de leur achèvement.

» Cette carte est à l'échelle de $\frac{1}{500000}$, et tirée en plusieurs couleurs. Elle a été établie en prenant pour point de départ la carte à $\frac{1}{320000}$, du Dépôt de la guerre, et l'on s'est efforcé de la rendre aussi complète que possible, en lui conservant surtout un caractère militaire. Toutes les communes y sont marquées par leur position; mais on n'a inscrit que les noms des communes les plus importantes, pour éviter une trop grande surcharge de dessin.

» Le figuré du terrain est représenté par les courbes de niveau, de 100 en 100 mètres, et complété par des hachures, en sorte que cette représentation est exempte de toute convention et parti pris, et accuse bien les formes du sol telles qu'elles résultent de sa nature géologique.

» Les exemplaires offerts à l'Académie comprennent : 1° la carte dans son état complet; 2° la carte orographique et hydrographique. »

M. **Doumet-Adanson**, sur le point d'entreprendre un voyage d'exploration dans la Tunisie, se met à la disposition de l'Académie pour les recherches botaniques, zoologiques et minéralogiques dont elle voudrait bien le charger.

(Renvoi aux Sections de Zoologie, de Botanique et de Minéralogie; M. Cosson est prié de s'adjoindre à la Commission.)

La famille de feu **E. Tabarié** demande la restitution de plis cachetés qui ont été déposés par lui dans la séance du 5 janvier 1863, et qui sont relatifs à un nouveau système d'aimants et d'électro-aimants, et à la télégraphie transatlantique sans câble.

Ces plis seront restitués au représentant autorisé de la famille.

ANALYSE. — *Observations relatives à une Note précédente de M.* Menabrea, *concernant la série de Lagrange; par* **M. A. Genocchi.**

« M. Menabrea se propose (*) de démontrer l'identité des formules données par Lagrange, pour reconnaître la convergence de sa propre série, avec les formules établies pour le même objet par Cauchy.

» Je crois devoir faire remarquer que la transformation dont il se sert dans ce but a été employée, il y a plus de vingt-cinq ans, par M. Félix Chiò. Le second Mémoire de cet auteur, inséré au tome XII des *Savants*

(*) *Comptes rendus*, p. 1358 de ce volume.

étrangers, contient, outre des calculs et des équations identiques à celles de M. Menabrea, plusieurs propositions très-remarquables pour déterminer les cas dans lesquels la règle de Lagrange doit s'accorder avec celle de Cauchy; il montre comment, dans ces cas, l'accord des deux règles peut être démontré d'une manière complète. Il ne suffit pas, en effet, que l'équation

$$yf'(u+y) - f(u+y) = 0$$

soit commune aux deux théories; il faut encore démontrer qu'on doit employer pour l'une et pour l'autre la même racine y de cette équation; on verra qu'il s'agit, en dernière analyse, d'un minimum de la valeur numérique de l'expression

$$N = \frac{qf(u+y)}{y},$$

et que ce minimum existe toujours et correspond à une certaine racine réelle de la même équation.

» Mais l'accord des deux théories est loin d'être général. En effet, les équations (11), (12) et (13) de la Note de M. Menabrea supposent qu'on cherche le maximum de la fonction N (maximum par rapport aux variables μ, ν, π,..., minimum par rapport à la variable y), tandis qu'on a besoin de déterminer le maximum de sa valeur numérique, ou, si l'on veut, de son module; et, tandis que, dans la théorie de Cauchy, la racine y de l'équation auxiliaire devra le plus souvent être choisie parmi les racines imaginaires, dans la théorie de Lagrange, on doit toujours choisir une racine réelle. Si, par exemple, $f(x)$ est une fonction entière à coefficients réels, il faudra, avant d'appliquer ces équations (11), (12), (13), rendre tous positifs les coefficients, puisque sans cela le calcul ne conduirait pas à un maximum numérique tel que Lagrange voulait l'obtenir. Ainsi l'équation proposée

$$x = u + f(x)$$

(je réduis q à 1 pour plus de simplicité), dans la théorie de Lagrange, doit être remplacée par

$$x = u + \varphi(x),$$

si $\varphi(x)$ est ce que devient $f(x)$ lorsqu'on rend tous les termes positifs; et l'on arrive à cette conséquence curieuse, que la condition de convergence, suivant la méthode de Lagrange, est la même pour ces deux équations différentes : on n'a plus, pour la première, comme dans la théorie de Cauchy,

$$yf'(u+y) - f(u+y) = 0,$$

mais bien

$$y\varphi'(u+y) - \varphi(u+y) = 0,$$

et toute identité des deux règles disparaît.

» Sans la préparation indiquée, on peut dire, non-seulement que les résultats conviennent à telle ou telle racine de la proposée, et non à telle autre, mais qu'ils sont ou tout à fait insignifiants ou absurdes. On en a un exemple frappant dans l'application de la règle de Lagrange au problème de Kepler : dans ce cas, les quantités u, μ, ν, π,..., et υ sont réelles; par conséquent $y = \frac{u}{r-1}$ est aussi réel, et sa valeur est déterminée par l'équation

$$y \cos(u+y) - \sin(u+y) = 0,$$

qui a un nombre infini de racines réelles; mais on a

$$f(x) = t \sin x, \quad \mathrm{N} = \frac{t \sin(u+y)}{y} = t \cos(u+y).$$

Ainsi N ne peut surpasser t en valeur numérique, en sorte que la série serait convergente toutes les fois que t n'excède pas l'unité; or on sait que, pour la valeur particulière $u = \frac{\pi}{2}$, la série devient divergente dès que l'excentricité t surpasse 0,663, et l'on ne peut obtenir les résultats connus qu'en faisant $y\sqrt{-1} = r$, et supposant que cette quantité imaginaire r est réelle, positive et plus grande que l'unité (*). Si, au contraire, on fait le changement indiqué en remplaçant $\sin x$ par $\frac{1}{2}(e^x + e^{-x})$, on trouve pour la même valeur de u une excentricité inférieure à 0,154, résultat qui n'est rien moins qu'absurde, mais qui diffère beaucoup de la limite connue. D'un autre côté, en posant $u = \frac{\pi}{2}$, $x = \frac{\pi}{2} - z$, on transforme l'équation proposée en $z = -t \cos z$, et en appliquant à celle-ci la règle de Lagrange, après avoir remplacé $\cos z$ par $\frac{1}{2}(e^z + e^{-z})$, on trouve identiquement le résultat de Laplace et Cauchy. La règle de Lagrange n'est donc pas générale.

» D'après le même article, « quelques auteurs ont été mal fondés en » voulant opposer la théorie de Cauchy à celle de Lagrange, pour dé- » montrer que cette dernière était inexacte ». Parmi ces quelques auteurs, il faut placer, en première ligne, Cauchy lui-même, comme le montrent ses Rapports sur les Mémoires de M. Chiò et les Notes jointes à ces Rap-

(*) Voir *Mem. Accad. di Torino*, 2e série, t. VIII, p. 125.

ports (*). M. Chiò est le premier qui ait remarqué les cas d'exception de la règle de Lagrange : c'est un honneur qui lui revient.

» Je ferai remarquer encore qu'il n'est pas exact de dire que Lagrange, en donnant sa règle de convergence, avait en vue « de déterminer la con- » dition nécessaire pour que sa série exprimât la plus petite racine de » l'équation ». Il serait bien extraordinaire que Lagrange eût pensé à la possibilité de déterminer une racine plutôt qu'une autre, suivant la manière d'envisager la convergence de la série ; au surplus, on confond deux écrits de Lagrange publiés à trente ans de distance. Dans le Mémoire de 1768, Lagrange ne distingue pas la racine la plus petite des autres racines de l'équation ; il cherche même à exprimer par sa formule toutes les racines, et, en proposant la question de la convergence, il ne fait aucune allusion à la recherche de l'une ou de l'autre racine; mais il envisage la condition de convergence simplement comme celle qui doit avoir lieu « pour que la série puisse être regardée comme représentant réellement » la valeur de la quantité recherchée », et dit expressément qu'il veut « rendre cette recherche aussi générale qu'il est possible (**) » : il ne dit pas un mot de la racine la plus petite. Dans la Note de 1798 (date de la première édition du *Traité de la résolution des équations numériques*), le grand géomètre se propose de développer la plus petite racine, mais sans parler jamais des conditions de la convergence; en conformité des idées de son temps, il regardait les séries comme ne pouvant exister par elles-mêmes, indépendamment de la convergence, et comme susceptibles d'être vérifiées identiquement par des substitutions successives.

» M. Menabrea a, depuis longtemps, énoncé cette proposition que, lorsque la série de Lagrange satisfait à la condition de convergence établie par Lagrange lui-même, elle exprime la racine la plus petite en valeur absolue. Cette proposition est-elle exacte? Je répondrai comme j'ai répondu ailleurs : la démonstration donnée par M. Menabrea ne m'a pas semblé suffisante; mais je crois qu'on peut la compléter en s'appuyant sur le théorème qui faisait l'objet du premier Mémoire de M. Chiò, ou sur un théorème analogue. »

(*) *Comptes rendus*, t. XXIII et XXXIV.
(**) *Académie de Berlin*, 1768, p. 314.

CHIMIE MINÉRALE. — *Recherches sur l'hydrure d'arsenic;* par M. ENGEL.

« Depuis longtemps déjà on admet, dans les ouvrages de Chimie, que le dépôt qui se forme lorsqu'on traite l'arséniure de zinc par l'acide chlorhydrique est de l'hydrure d'arsenic.

» Soubeiran, en 1830 (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 2e sér., t. XLIII, p. 421), nia ce fait et démontra que le corps ainsi obtenu ne renferme pas d'hydrogène.

» Wiederhold (*Pogg. Ann.*, t. CXVIII, p. 615) prétend qu'on obtient de l'hydrure d'arsenic en traitant par l'acide chlorhydrique un alliage de 1 partie d'arsenic et de 5 parties de zinc, tandis que ce corps ne se forme pas par l'action de l'acide chlorhydrique sur un alliage de 1 partie d'arsenic et de 3 parties ou moins de zinc. Il explique ainsi pourquoi Soubeiran n'avait pas obtenu d'hydrure d'arsenic en dissolvant l'arséniure de zinc dans l'acide chlorhydrique.

» Wiederhold fit l'analyse du produit qu'il avait obtenu et lui assigna la formule As^2H. Les conclusions de son travail sont aujourd'hui reproduites dans la plupart des Traités classiques.

» Lorsqu'on traite une solution d'acide arsénieux dans l'acide chlorhydrique par de l'acide hypophosphoreux en excès, on obtient un précipité brun qui jouit, comme le corps obtenu par Wiederhold, de la propriété de brûler à l'air comme l'amadou, au contact d'un corps enflammé. Il suffit de toucher une petite quantité de matière ainsi obtenue avec une allumette présentant un point en ignition, pour que toute la masse devienne incandescente. Je fus donc porté à croire que le corps que j'avais obtenu était l'hydrure d'arsenic. Une étude plus approfondie me démontra que je n'avais affaire qu'à de l'arsenic métallique, dans un grand état de division. En effet, en chauffant ce corps avec de l'oxyde de cuivre, dans un tube à analyse organique, je n'obtins jamais trace d'eau. J'eus l'occasion, dans ces expériences, de remarquer un fait qui me fit douter de la valeur des analyses de Wiederhold.

» Voici, en effet, le procédé d'analyse de cet auteur :

» Il introduit une quantité pesée du corps qu'il suppose être l'hydrure d'arsenic dans un tube de verre peu fusible, fermé par un bouchon percé d'un trou, dans lequel se trouve un petit tube de verre. A ce dernier, il adapte, au moyen d'un tube de caoutchouc, un tube en U, dont une des

branches pénètre jusqu'au sommet d'une éprouvette graduée placée sur la cuve à mercure. Cette éprouvette n'est pas remplie de mercure, mais renferme de l'air dans sa partie supérieure, de telle sorte que l'extrémité du tube à dégagement se trouve dans cet air. Lorsqu'on fait pénétrer l'une des branches du tube en U dans l'éprouvette, il y pénètre du mercure, ce qui est nécessaire; car sans cela, sous l'influence de la pression atmosphérique, le mercure s'abaisserait dans l'éprouvette jusqu'au niveau du mercure dans la cuve. L'appareil étant ainsi disposé, on note la hauteur du mercure dans l'éprouvette, la température et la pression atmosphérique; puis on chauffe le tube de verre jusqu'au rouge. Le produit arsénical dégage un gaz qui chasse le mercure du tube en U et fait baisser le mercure dans l'éprouvette graduée. On laisse l'appareil revenir à la température ambiante. L'augmentation de volume du gaz, considérée comme représentant l'hydrogène, permet de calculer le poids de ce corps que renfermerait un poids donné d'hydrure d'arsenic.

» L'auteur, en ne tenant compte que des analyses qui lui ont donné le maximum de gaz, trouve que 1 gramme d'hydrure d'arsenic donne en moyenne $0^{gr},00484$ d'hydrogène. La formule As^2H en exigerait $0^{gr},00668$.

» Mais l'auteur n'a pas jugé à propos de s'assurer que, dans son expérience, l'augmentation de volume du gaz était réellement due à de l'hydrogène; il constate une augmentation de gaz, l'attribue à de l'*hydrogène* et s'en tient là.

» Or, voulant m'assurer de l'état de complète dessiccation du corps que j'avais obtenu par l'action de l'acide hypophosphoreux sur l'acide arsénieux, et dans lequel j'espérais démontrer la présence de l'hydrogène en transformant cet hydrogène en eau, je fis la tare d'une certaine quantité de ce corps, que je mis ensuite dans le vide sec de la machine pneumatique. Au bout de quelques heures, je remis ce corps sur le plateau de la balance, et je vis qu'il avait diminué de poids. Pendant que je cherchais à rétablir l'équilibre en enlevant le poids de la tare, je constatai qu'il augmentait peu à peu de poids, et, au bout de quelques minutes, il faisait de nouveau équilibre à la tare établie en premier lieu. J'ai vérifié plusieurs fois de suite que, au sortir du récipient de la machine pneumatique, le poids du corps avait diminué, et que, peu à peu, il augmentait jusqu'à faire équilibre à la tare. J'opérais à l'abri de l'humidité; d'un autre côté, je ne pouvais attribuer ce phénomène à une oxydation de la matière, puisqu'en somme elle ne changeait pas de poids d'une manière

définitive. Je fus donc porté à croire que le corps poreux auquel j'avais affaire condensait une certaine quantité de gaz qu'il perdait dans le vide de la machine pneumatique. La perte de poids oscillait entre 2 et 3 milligrammes par gramme.

» Une seconde expérience, faite pour voir si le corps soumis à l'action de la chaleur se dédoublerait en hydrogène et en arsenic, confirma cette manière de voir. Je plaçai environ 2 grammes environ du corps que j'avais obtenu dans une petite nacelle en verre que j'introduisis dans un tube à analyse organique. Ce tube communiquait par l'une de ses extrémités avec une source d'acide carbonique desséché; l'autre extrémité était fermée par un bouchon traversé par un tube à dégagement propre à recueillir les gaz. Après avoir balayé tout l'air de l'appareil et m'être assuré que le gaz qui venait de traverser l'appareil était complétement absorbé par la potasse, je ralentis le courant d'acide carbonique et je chauffai le tube jusqu'au rouge; la partie antérieure du tube n'était pas chauffée, afin que l'arsenic volatilisé pût s'y déposer. Le gaz recueilli ne fut plus complétement absorbé par la potasse; mais la partie non absorbée n'était pas de l'hydrogène, c'était un mélange d'oxygène et d'azote. Ainsi, dans une atmosphère d'acide carbonique pur, l'arsenic précipité ne perd pas immédiatement et complétement les gaz qu'il avait condensés et que la chaleur seule dégage.

» Le corps que j'avais obtenu, et qui n'était que de l'arsenic métallique, jouissait donc non-seulement des propriétés physiques du corps décrit par Wiederhold, mais pouvait même donner un dégagement de gaz sous l'influence de la chaleur. Toutefois, je n'ai jamais obtenu que 4 à 8 centimètres cubes de gaz pour 2 à 3 grammes de matière, quantité de beaucoup inférieure à celle qu'obtenait Wiederhold; mais, ainsi que je l'ai déjà dit, cet auteur ne parle que des analyses dans lesquelles il a obtenu, pour la quantité de gaz, une valeur maximum.

» J'ai préparé l'arséniure de zinc en suivant exactement le procédé indiqué par lui; on n'obtient qu'une très-faible quantité du corps brun, en dissolvant l'arséniure de zinc dans l'acide chlorhydrique. Ce corps a toutes les apparences de l'arsenic métallique précipité : chauffé avec l'oxyde de cuivre dans un tube à analyse organique, il ne m'a jamais donné trace d'eau; chauffé à 200 degrés et au-dessus, il ne m'a pas donné d'hydrogène. Quant aux propriétés générales de ce corps, indiquées par Wiederhold, telles que sa solubilité dans l'acide azotique, le chlore, son oxydation par l'acide sulfurique à chaud avec formation d'acide sulfureux, je n'en parle pas;

elles appartiennent aussi à l'arsenic métallique. J'ai déjà dit que l'arsenic précipité brûle à l'air lorsqu'on le touche avec un corps enflammé.

» Mes conclusions sont donc que la dissolution de l'arséniure de zinc dans l'acide chlorhydrique ne donne pas naissance à de l'hydrure d'arsenic, contrairement à ce que disent la plupart des auteurs sur la foi des expériences de Wiederhold; ces conclusions sont celles de Soubeiran, dans un travail antérieur à celui de Wiederhold. Tout récemment, Janowski (*Bulletin de la Société chimique*, t. XX, p. 77) est arrivé aux mêmes résultats; mais il n'indique pas le détail de ses expériences.

» Dans une prochaine Note, je donnerai l'analyse du corps obtenu par la décomposition de l'arséniure de sodium par l'eau. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'iode sur l'acide urique.*
Note de M. F. **Wurtz**.

« Quand on introduit de l'iode dans de l'acide urique, tenu en suspension dans de l'eau, cet iode disparaît peu à peu. La réaction est plus rapide à chaud.

» L'acide urique subit une décomposition. Parmi les produits de la décomposition, j'ai constaté la présence de l'alloxane, avec formation d'acide iodhydrique. Je suppose que, parmi les autres produits, il y a formation d'urée. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse de l'oxalyl-urée (acide parabanique).*
Note de M. E. **Grimaux**, présentée par M. Cahours.

« Les dérivés de l'acide urique peuvent être considérés comme des urées composées renfermant des radicaux d'acides bibasiques. Les uns représentent des sels acides d'urée, moins les éléments d'une molécule d'eau; ce sont les acides uramiques :

$$\underbrace{C^2O^4H^2, COAz^2H^4}_{\text{Oxalate acide d'urée.}} - \underbrace{H^2O}_{\text{Eau.}} = \underbrace{C^3O^4Az^2H^4.}_{\text{Acide oxalurique.}}$$

Les autres dérivent de ces mêmes sels acides par élimination de deux molécules d'eau; ce sont les uréides :

$$\underbrace{C^2O^4H^2, COAz^2H^4}_{\text{Oxalate acide d'urée.}} - \underbrace{2H^2O}_{\text{Eau.}} = \underbrace{C^3O^3Az^2H^2.}_{\text{Acide parabanique.}}$$

» J'ai entrepris une série de recherches pour réaliser la synthèse de cet ordre de composés, et j'ai commencé par le moins complexe, l'oxalyl-urée ou acide parabanique.

» M. Henry ayant obtenu l'oxalurate d'éthyle par l'action du chlorure d'éthyloxalyle $C^2O^4 \left\{ \begin{array}{l} Cl \\ OC^2H^5 \end{array} \right.$ sur l'urée, et M. Pike ayant préparé un homologue de l'acide oxalurique, l'acide succinurique $C^5H^8Az^2O^4$, en fondant l'anhydride succinique avec l'urée, il m'a semblé que les premiers essais de synthèse des uréides devaient avoir pour but d'enlever les éléments de l'eau aux acides uramiques.

» Si l'on considère la formule de l'acide oxalurique $CO \left\{ \begin{array}{l} AzH^2 \\ Az\text{-}CO\text{-}CO^2H \end{array} \right.$, on voit que ce corps, analogue à l'acide oxamique $\left\{ \begin{array}{l} CO\text{-}AzH^2 \\ CO^2H \end{array} \right.$ est, comme celui-ci, moitié acide, moitié amide (1). En tant qu'acide, il doit donner, sous l'influence des chlorures de phosphore, un chlorure

$$CO \left\{ \begin{array}{l} AzH^2 \\ AzH\text{-}CO\text{-}CO\text{-}Cl \end{array} \right. ,$$

et, comme les chlorures d'acides chauffés avec les amides éliminent de l'acide chlorhydrique, il y avait lieu de croire qu'un tel chlorure serait peu stable et perdrait les éléments de l'acide chlorhydrique pour se convertir en oxalyl-urée :

$$C^3O^3Az^2H^4 = CO \left\{ \begin{array}{l} AzH\,CO \\ AzH\,CO^2 \end{array} \right. .$$

Guidé par ces vues théoriques, j'ai fait réagir l'oxychlorure de phosphore sur l'acide oxalurique.

» L'acide oxalurique bien desséché est arrosé de trois fois son poids d'oxychlorure de phosphore, et le mélange est porté, au bain d'huile, à une température de 200 degrés. Après l'expulsion de l'oxychlorure, cette température est maintenue jusqu'à ce que la masse ne dégage plus d'acide chlorhydrique. Le contenu du ballon est une masse blanche, agglomérée, colorée seulement dans les parties qui touchent les parois du ballon. Ce corps se dissout facilement dans l'eau froide, tandis que

(1) Dans son Mémoire sur l'acide oxamique, M. Balard a fait ressortir les analogies qui existent entre l'acide oxalurique et l'acide oxamique. (*Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. IV, p. 100; 1842.)

l'acide oxalurique y est presque entièrement insoluble. La solution est filtrée, pour la débarrasser d'une petite quantité de matière brune provenant de la décomposition partielle de l'oxalyl-urée par la chaleur, puis elle est évaporée au bain-marie. Les cristaux sont comprimés entre des doubles de papier buvard, redissous dans l'alcool bouillant, qui laisse un petit résidu rouge, amorphe, et, la solution alcoolique étant évaporée à siccité, les cristaux sont purifiés par une ou deux cristallisations dans l'eau bouillante.

» Le corps, ainsi obtenu, présente tous les caractères de l'oxalyl-urée. Facilement soluble dans l'eau et dans l'alcool, il s'en sépare en lames brillantes, allongées, d'une saveur acide. Il supporte sans altération notable une température de 200 degrés; plus fortement chauffé, il se détruit en donnant un sublimé blanc, des vapeurs piquantes d'acide cyanique et laissant un résidu de charbon. Sa solution donne avec l'azotate d'argent un précipité blanc, pulvérulent, elle ne trouble pas l'acétate de calcium; par l'ébullition avec la potasse elle dégage de l'ammoniaque, et alors, après avoir été sursaturée par l'acide acétique, elle précipite abondamment les sels de calcium. A l'ébullition, elle chasse l'acide carbonique du carbonate de calcium, et la liqueur filtrée donne des cristaux présentant l'aspect des cristaux d'oxalurate de calcium.

» Ces caractères et les chiffres donnés par l'analyse (1), ainsi que le dosage d'argent du dérivé argentique (2) ne laissent aucun doute sur l'identité de ce corps avec l'oxalyl-urée.

» Je ferai remarquer que le nom d'acide parabanique donné à l'oxalyl-urée, alors que sa constitution n'était pas connue, doit aujourd'hui disparaître de la science.

» Il signifie, en effet, *je passe outre*, et voulait rappeler que ce n'est pas un véritable acide, et que sous l'influence des alcalis ou des carbonates alcalins il fournit des oxalurates.

» Le nom d'oxalyl-urée, qui indique sa constitution et son origine, me semble plus rationnel.

---

(1)

	Calculé.	Trouvé.
C	31,57	31,15
H	1,75	1,83
Az	24,56	24,48

(2) $2(C^3O^3Az^2Ag^2), H^2O$:

Argent	64,1	63,5

» Je m'occupe d'essayer la réaction de l'oxychlorure de phosphore sur l'acide succinurique, pour arriver à la synthèse de la succinyl-urée.

» Ces recherches ont été faites au laboratoire de M. Schützenberger, à la Sorbonne. »

PHYSIQUE. — *Sur une nouvelle disposition de la pile hydro-électrique à sulfate de cuivre*. Note de M. **Trouvé**, présentée par M. Edm. Becquerel.

« M. Trouvé soumet à l'examen de l'Académie une pile dont l'action est de longue durée et qui peut être utilement employée pour les études physiologiques et même dans d'autres circonstances.

» C'est une disposition nouvelle de la pile à sulfate de cuivre, à courant constant, imaginée en 1829 par M. Becquerel, et dans laquelle les sels de cuivre et de zinc, qui sont en rapport avec les métaux de même nom, dans chaque couple, sont simplement maintenus par action capillaire dans des tampons de papier. Cette pile, de petites dimensions, est très-portative; elle a la même force électromotrice qu'une pile ordinaire à sulfate de cuivre, du même nombre de couples, et peut fonctionner d'une manière continue pendant longtemps, lorsqu'elle est placée dans une boîte fermée pour éviter la dessiccation du papier. Quand l'eau s'évapore, la pile cesse de fonctionner et reste inactive, pour reprendre son action première lorsqu'elle est de nouveau rendue humide. »

ZOOLOGIE. — *Observations sur l'existence de certains rapports entre le mode de coloration des Oiseaux et leur distribution géographique;* par M. **Alph.-Milne Edwards**. (Extrait par l'auteur.)

« En poursuivant mes recherches sur la distribution géographique des animaux dans les régions australes, j'ai été frappé de certaines relations qui semblent exister entre les parties du globe habitées par les Oiseaux et le mode de coloration de ces animaux; et, désirant connaître le degré d'importance qu'il convient d'attribuer à cette remarque, j'ai voulu examiner, plus attentivement qu'on ne l'avait fait jusqu'alors, ce que l'on pourrait appeler la distribution géographique des couleurs chez les Oiseaux. En effet, cette étude m'a semblé susceptible de jeter quelque lumière sur l'influence que les conditions biologiques locales peuvent exercer sur les caractères zoologiques secondaires des espèces et des races. Pour four-

nir des résultats significatifs, elle devait porter principalement sur les groupes naturels qui ont une distribution géographique très-étendue, et, pour avoir le degré de précision nécessaire, elle devait s'appuyer sur l'analyse chromatique du plumage et sur la comparaison de ses couleurs rapportée à des *normes* bien définies. Sans le secours offert par les cercles chromatiques dont la science et les arts sont redevables à M. Chevreul, il m'aurait été difficile de bien apprécier les tons et les nuances dont j'avais à tenir compte et plus difficile encore de formuler nettement les résultats fournis par l'observation; mais, à l'aide de ces cercles, ce travail a été singulièrement facilité.

» Dans une première série de recherches, je me suis occupé spécialement du mélanisme à divers degrés et, pour juger de l'influence relative du noir sur le plumage des Oiseaux habitant diverses régions géographiques, j'ai cru devoir tenir compte non-seulement de l'étendue des parties du système tégumentaire qui sont teintées de la sorte, mais du degré auquel les autres couleurs peuvent être *rabattues*, c'est-à-dire modifiées dans leur ton par leur mélange avec du noir en diverses proportions.

» On trouve des Oiseaux à plumage noir sur presque tous les points du globe; mais, dans certaines familles ornithologiques dont l'extension géographique est très-grande, la tendance au mélanisme ne se montre guère que dans l'hémisphère sud et plus particulièrement dans la région océanienne qui comprend la Nouvelle-Zélande, la Papouasie, Madagascar et les terres intermédiaires. Un exemple remarquable de cette coïncidence entre le mode de coloration des Oiseaux et leur répartition à la surface du globe nous est fourni par la famille des Cygnes. Cette famille compte dans l'hémisphère boréal de nombreux représentants dont le plumage est complétement blanc; dans l'hémisphère austral il n'en est plus de même, et une partie plus ou moins considérable devient d'un noir intense. Ainsi le Cygne de la Nouvelle-Hollande est presque complétement noir; le Coscoroba ou Cygne anatoïde, qui est relégué dans l'Archipel feugien et les contrées adjacentes de l'Amérique australe, a quelques-unes des pennes de l'aile noires; ce n'est que par ce caractère qu'il diffère du Coscoroba de Chine (*C. Davidii*). Enfin chez le Cygne du Chili la tête et le cou sont d'un noir de jais, bien que le reste du corps soit d'un blanc pur. Ce sont les seules espèces de Cygne qui existent dans l'hémisphère austral.

» Ces particularités n'offriraient que peu d'intérêt si elles étaient isolées; mais il n'en est pas ainsi, et l'examen de la distribution géographique des

couleurs des Perroquets nous fournit des preuves encore plus manifestes de la tendance au mélanisme dans la vaste région océanienne qui comprend la Nouvelle-Zélande, la Papouasie et les terres intermédiaires.

» Les Perroquets noirs ou presque noirs ne se rencontrent ni en Amérique, ni en Asie, ni en Afrique (si ce n'est sur les bords du canal de Mozambique); mais ils ne sont pas rares dans la région australe, comprise dans les limites dont je viens de faire mention, et c'est là surtout que vivent les espèces ou races locales dont le plumage ne présente que des tons fortement rabattus.

» Ainsi, à la Nouvelle-Zélande et dans les îles adjacentes, ces oiseaux, au lieu de présenter des couleurs franches, sont plus ou moins teintés de noir. Les Nestors, par exemple, ont le plumage d'un brun sombre; les grandes plumes des ailes et de la queue, dans toutes les parties exposées à la lumière, sont presque uniformément teintées en brun semblable à celui de la gamme, résultant du mélange de neuf parties de noir avec une partie de rouge orangé; sur les épaules, la plus grande partie du dos, la tête et la poitrine, les plumes sont bordées d'un liséré brun dont le ton est encore plus foncé, et, dans le reste de leur étendue, des teintes similaires sont mitigées par du blanc, de façon à devenir plus ou moins grisâtres, et ce n'est guère que sur les couvertures de la queue et à la face interne des ailes, ainsi que sur la partie correspondante des flancs, où la lumière n'arrive pas habituellement, que du rouge orangé peu rabattu se montre par places.

» Les Strigops, ou Perroquets nocturnes de la Nouvelle-Zélande, doivent aussi, en majeure partie, leur aspect particulier à un autre genre de mélanisme, affectant un fond verdâtre, et se mêlant à des parties modifiées par l'albinisme. Ce vert-jaune, qui se rapporte à la gamme n°s 3 et 4 des cercles chromatiques, est loin d'être franc : il est rabattu par environ $\frac{3}{10}$ ou $\frac{4}{10}$ de noir, et il est interrompu en dessus par des taches et par des bandes irrégulières d'un noir presque pur, ainsi que par des stries blanchâtres, tandis qu'en dessous et sur les côtés de la tête les maculatures sont dues presque entièrement à l'albinisme. Il résulte de ces mélanges, où le noir joue un grand rôle, un plumage terne et moucheté qui rappelle, jusqu'à un certain point, celui de nos Chouettes.

» La tendance au mélanisme se retrouve aussi chez les Perruches de la Nouvelle-Zélande; ces oiseaux appartiennent au groupe des Platycerques dont les ornithologistes ont formé le genre Cyanoramphus; son plumage est d'un vert sombre. Un peu de rouge ou de jaune francs se montrent

encore sur le front ou sur quelques autres parties très-limitées; tout le dessus du corps de l'oiseau est coloré en un jaune vert fortement rabattu de noir, et en dessous une teinte analogue, mais moins foncée, s'étend à peu près uniformément. Chez le *Cyanoramphus alpinus*, la coloration dominante correspond à peu près au jaune-vert de la gamme n° 4, rabattu par $\frac{5}{10}$ de noir; chez le *Cyanoramphus Novæ Zelandiæ*, le vert jaune se rapporte à la gamme n° 2 et à celle n° 3, mais est assombri par $\frac{6}{10}$ de noir; enfin, chez le *Cyanoramphus auriceps*, le ton général du plumage correspond au jaune vert n° 1, rabattu par $\frac{6}{10}$ de noir sur tout le dessus du corps.

» Les îles du grand océan Indo-Pacifique qui avoisinent l'Afrique ressemblent à la Nouvelle-Zélande, sous le rapport de la coloration du plumage de la plupart de leurs Psittaciens. Effectivement, à Madagascar, à l'île Maurice vers l'est, aux Seychelles et aux Comores vers le nord, et même sur quelques points du littoral voisin de l'Afrique, on rencontre plusieurs espèces de Perroquets noirs appartenant au genre *Coracopsis*.

» En Australie abondent les Calyptorhynques, dont l'ensemble du plumage est d'un noir intense ou mitigé par du blanc. Beaucoup de Perruches de la Nouvelle-Hollande ont des couleurs franches, au même degré que celles de l'Amérique; mais, chez plusieurs de ces oiseaux, la tendance au mélanisme se révèle, sur diverses parties du corps, tantôt par l'existence d'un ton uniforme très-fortement rabattu, d'autres fois par l'envahissement de toute la portion basilaire de la plume par du noir, qui ne laisse près des bords de cet appendice qu'une bande plus ou moins étroite de rouge, de jaune, de vert ou de bleu francs.

» Dans le travail dont je ne puis donner ici qu'un extrait très-succinct, je passe en revue plusieurs autres familles ornithologiques, qui m'ont fourni des faits analogues et montrent les mêmes tendances; par exemple la famille des Martin-pêcheurs, celle des Rallides et celle des Canards. Mais l'espace me manque pour en parler ici, et les faits que j'ai signalés suffisent pour montrer que dans la région indo-pacifique australe les types ornithologiques qui, ailleurs, sont revêtus de couleurs brillantes, ont généralement des tons rabattus par du noir ou affaiblis par une tendance à l'albinisme. »

ZOOLOGIE. — *Sur la structure de l'estomac chez l'*Hyrax capensis. Note de M. GEORGE, présentée par M. H.-Milne Edwards.

« La plupart des Mammifères ont un estomac simple comme celui de l'Homme. Il en est cependant un certain nombre chez qui l'estomac tend à

se subdiviser en deux compartiments bien distincts. Tantôt cette séparation est nettement indiquée au dehors, comme chez plusieurs Rongeurs (Hamster, Gerbille, Campagnol, Lemming); tantôt elle est surtout marquée par la différence de structure que présente à l'intérieur la muqueuse stomacale (comme chez le Cheval, l'Ane, le Rhinocéros). Il est enfin d'autres animaux chez qui l'on trouve cette distinction tout à la fois à l'extérieur et à l'intérieur et l'*Hyrax capensis* est de ce nombre.

» J'ai pu, dans le laboratoire de l'École pratique des Hautes Études, dirigé par M. Milne Edwards, poursuivre de nombreuses recherches anatomiques sur cet animal encore imparfaitement connu. En attendant la publication des résultats complets de ces travaux, je crois devoir signaler la disposition remarquable présentée par l'*Hyrax* dans la structure de son estomac.

» La séparation de l'estomac en deux parties est très-nettement indiquée à l'extérieur par un bourrelet circulaire, blanc, nacré, d'aspect tendineux, qui forme une espèce d'étranglement au milieu de la grande courbure. A l'intérieur, cette limite entre les deux estomacs est tout aussi marquée. Elle se révèle déjà à l'œil nu; mais elle s'accuse encore plus nettement par l'examen microscopique.

» A l'œil nu, la portion cardiaque de l'estomac présente une épaisseur beaucoup moindre que celle de la portion pylorique, et l'on en avait conclu un peu vite que cette portion cardiaque était constituée par une couche musculaire assez faible, tandis que la portion pylorique aurait possédé une couche musculaire beaucoup plus puissante.

» Mais, à l'examen microscopique, les choses changent de face. Si l'on étudie par ce moyen la structure de la portion pylorique, qui est en effet la plus épaisse; on voit qu'elle est uniquement constituée par un amas de glandes en tubes, excessivement serrées, car elles offrent l'aspect d'une palissade régulière sans aucune interruption. Ces tubes n'ont pas moins de 2 millimètres de longueur; ils sont surmontés d'un épithélium très-mince et reposent sur une couche musculaire d'une faible épaisseur (à peine $\frac{1}{10}$ de millimètre).

» Quant à la portion cardiaque, il en est tout autrement. Au lieu de glandes, elle ne présente que des papilles coniques, de hauteurs diverses ($\frac{1}{10}$ à $\frac{2}{10}$ de millimètre). Ces papilles reposent sur une triple couche de muscles, dont l'épaisseur totale est de 1 millimètre environ, c'est-à-dire dix fois plus puissante que la couche musculaire sous-jacente aux glandes en tubes. De plus, ces papilles sont surmontées d'une couche épithéliale

très-épaisse, dont la dimension même, rapprochée de celle de la couche musculaire, révèle nettement les fonctions mécaniques de cette partie de l'estomac.

» A la limite des deux portions de l'estomac, la structure de chacune d'elles offre une transition brusque, tout aussi bien à l'examen microscopique qu'à l'œil nu. Les glandes cessent brusquement pour faire place aux papilles; et les deux couches musculaires sous-jacentes se présentent là avec leurs différences très-marquées: la couche sous-glandulaire très-mince, la couche sous-papillaire très-épaisse.

» De ces différences très-remarquables dans la structure des deux portions de l'estomac, il est permis de conclure à une différence tout aussi tranchée dans leurs fonctions. La portion cardiaque offre tous les caractères d'un estomac dont le rôle est essentiellement mécanique, la portion pylorique ceux d'un estomac exclusivement sécrétant. Cette division du travail physiologique est tellement tranchée qu'elle m'a paru digne d'être signalée à l'attention des zoologistes. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur des pièces fossiles provenant de Batraciens, de Lacertiens et d'Ophidiens, trouvées dans les dépôts de phosphate de chaux de l'Aveyron.* Note de M. **H. Filhol**, présentée par M. H. Milne Edwards.

« J'ai reçu, durant ces derniers jours, quelques débris fossiles, rencontrés dans l'exploitation des dépôts de phosphorite de l'Aveyron, et se rapportant à divers Reptiles. Ils m'ont paru dignes d'attirer l'attention de l'Académie non par leurs caractères zoologiques, que je n'ai pu encore suffisamment apprécier, mais par le magnifique et singulier état de leur conservation.

» En effet, l'un d'eux nous présente la portion antérieure du corps d'un Batracien, très-voisin probablement des Grenouilles, dont la tête et la portion antérieure du thorax ont conservé leur volume absolument normal. Non-seulement les yeux ont leur direction primitive, mais ils n'ont pas perdu la forme saillante qui caractérise cet organe chez les Batraciens. Le globe oculaire n'est point affaissé, les paupières entr'ouvertes le laissent apercevoir dans son entier. Les ouvertures des fosses nasales sont nettement indiquées; la bouche est entr'ouverte et laisse échapper au dehors, sur le côté gauche, une partie de la langue qui a conservé le volume qu'elle présenterait sur un animal vivant. La portion gauche de la face a été, au niveau de la mâchoire supérieure, légèrement dénudée, de telle manière

que l'os apparaît avec sa structure normale. En arrière de la face, les bulles tympaniques s'accusent nettement. La peau qui recouvrait la face dorsale du thorax a laissé ses dessins et ses nombreuses plicatures admirablement indiqués sur ce beau débris fossile. A la face inférieure du thorax, on remarque l'origine des membres antérieurs qui ont été malheureusement brisés. Je ne sais si l'on doit rapporter au même animal une patte antérieure droite qui certainement a appartenu à un Batracien. Cette pièce a conservé le volume qu'elle présentait sur l'animal vivant, et permet de suivre le trajet des muscles et de noter l'insertion des tendons.

» Une portion de la queue, probablement d'un Ophidien, présente dans sa fossilisation les mêmes caractères singuliers qui sont offerts par les deux échantillons dont je viens de parler. Les écailles dorsales sont fines, nullement altérées; les écailles ventrales également intactes, laissant voir les moindres détails de leur structure, sont larges et bien imbriquées les unes sur les autres.

» Enfin un dernier échantillon fossile, provenant des mêmes localités, doit être rapporté à un Lézard de grande taille. Il comprend le point d'origine de la queue et le point d'attache des membres postérieurs qui sont repliés sur les côtés du corps.

» Je communiquerai à l'Académie, dans une prochaine Note, la diagnose exacte des diverses espèces auxquelles on doit rapporter ces pièces fossiles; mais j'ai pensé que leur état de fossilisation si remarquable, qui n'avait jamais été observé jusqu'ici, méritait tout d'abord d'être signalé. En effet, c'est un véritable moulage qui s'est effectué ; le corps de ces divers animaux, pris dans l'argile rouge, au sein de laquelle on les trouve encore aujourd'hui, y a laissé son moule en creux qui, plus tard, a été rempli par la phosphorite : telle est l'explication qui me paraît la plus probable. Peut-être pourrait-on admettre une imprégnation des tissus par le phosphate de chaux, une sorte de phosphatisation rappelant ce que nous observons de nos jours pour certaines sources incrustantes. »

ZOOLOGIE. — *Sur le développement du phragmostracum des Céphalopodes et sur les rapports zoologiques des Ammonites avec les Spirules.* Note de M. **Munier-Chalmas**, présentée par M. H. Milne Edwards.

« J'ai l'honneur de soumettre à l'Académie le résultat des observations que j'ai faites sur le développement du phragmostracum des Céphalopodes, dans le laboratoire des recherches paléontologiques de la Sorbonne, sous la direction de M. Hébert.

» Cette étude embryogénique et comparative démontre, d'une manière très-nette, que les Ammonites ne sont pas des Céphalopodes tétrabranchiaux, voisins des Nautiles, comme on l'admet généralement, mais bien des Céphalopodes dibranchiaux et décapodes, ayant la plus grande affinité avec les Spirules.

» M. J. Barrande avait déjà établi, en 1867, dans son grand ouvrage sur le système silurien du centre de la Bohême, le peu de ressemblance qui existe entre les *Goniatites* et les *Nautilides* pendant la première période de leur développement. En effet, la loge initiale du phragmostracum des Céphalopodes du groupe des *Nautilides*, sauf la cicatrice externe, ne diffère pas sensiblement, dans son organisation générale, des autres premières loges qui se développent successivement un peu plus tard.

» M. J. Barrande, en parlant des *Cyrtoceras*, s'exprime du reste ainsi :

« Nous ferons aussi observer que cette forme de l'origine de la coquille, qui se retrouve également dans les *Orthoceras*, paraît semblable dans tous les types de *Nautilides*, où nous l'avons observée jusqu'à ce jour. Elle contraste, au contraire, avec l'origine de la coquille des *Goniatites*, qui se montre sous la forme d'un *œuf*, isolé de la première loge aérienne par un étranglement prononcé. »

» Cette loge initiale (ovisac) des *Goniatites*, si différente de celles qui lui succèdent immédiatement, se retrouve à l'origine du phragmostracum de tous les Céphalopodes dibranchiaux que j'ai pu étudier.

» Les nouvelles et très-intéressantes études entreprises à Philadelphie, par M. Hyatt, sur l'embryogénie du phragmostracum du *Nautilus pompilius*, du *Deroceras planicosta* et des *Goniatites*, sont encore venues confirmer ces observations. Cependant il faut ajouter que M. Hyatt, préoccupé par ses idées théoriques sur l'évolution des êtres, a supposé, pour établir la filiation des Ammonites et des Nautiles, que ces derniers perdaient leur ovisac par troncature. Pour justifier sa supposition, il s'est appuyé sur la cicatrice transversale et externe qu'il avait observée sur la loge initiale du *Nautilus pompilius*.

» Les nombreuses observations que j'ai pu faire depuis, soit sur la terminaison du siphon dans l'*Aturia zigzag*, dans les Nautiles jurassiques, crétacés, tertiaires et dans les trois espèces actuelles ; soit sur l'étude microscopique d'une section transversale de la loge initiale des *Nautilus pompilius* et *umbilicatus;* soit enfin par la comparaison attentive des Céphalopodes siluriens qui perdent, par troncature, l'extrémité de leur phragmostracum, m'ont conduit à un résultat tout à fait opposé aux idées théoriques émises par M. Hyatt, mais conforme en tous points aux faits observés par M. J. Barrande.

» L'étude comparative que j'ai pu faire sur les ovisacs de la *Spirula Perroni* et des *Ammonites Parkinsoni*, *ooliticus*, *mamillaris*, etc., m'a démontré les rapports qui existent entre ces deux types pendant leur évolution embryonnaire. En effet, chez les Spirules et les Ammonites, le siphon prend naissance dans l'ovisac, un peu avant l'apparition de la première cloison. Il commence par un renflement en forme de cœcum, qui supporte dans son prolongement le prosiphon. L'organe nouveau que je désigne sous ce nom doit remplacer le siphon pendant la période embryonnaire. Il prend naissance dans l'ovisac, en face du renflement siphonal, sur lequel il vient se terminer, sans avoir de communication intérieure avec ce dernier. Il est très-variable dans sa forme générale, et peut offrir dans la même espèce d'Ammonites un exemple de dimorphisme très-accusé. Il est formé par une membrane qui est tantôt simplement étalée, comme dans la *Spirula Perroni*, ou bien qui forme un tube plus ou moins circulaire. Il présente aussi quelquefois deux, trois ou quatre petites subdivisions, à son point d'insertion sur les parois internes.

» J'ai pu constater la présence d'un ovisac dans les genres *Belemnites*, *Belemnitella*, *Beloptera*, *Belopterina*, *Spirulirostra*, *Ammonites*, *Ceratites*. Dans les *Deroceras*, les *Clymenia* et les Goniatites, sa forme générale et ses rapports avec le siphon sont les mêmes que dans toutes les Ammonites. Il est en général sphéroïdal lorsque les tours de spire sont libres, et ovoïde lorsqu'ils sont contigus.

» Dans les Céphalopodes tétrabranchiaux, qui vivent dans les mers actuelles, et dans tous ceux qui ont pullulé par milliers dans les mers anciennes, on n'a jamais pu constater la présence d'un ovisac. Dans les Nautiles et les Aturia, le siphon prend naissance sur les parois internes de la première loge. Il est complétement fermé à son extrémité postérieure par une partie du prolongement calcaire de la cloison qui concourt à sa formation. La cicatrice transversale et externe, observée par M. Hyatt, n'a jamais dû être en communication avec le siphon ; son rôle est encore complétement inconnu. Elle a été signalée par M. J. Barrande, sur un grand nombre de tétrabranchiaux siluriens.

» Il résulte ainsi de ces observations qu'à l'époque silurienne les Céphalopodes tétrabranchiaux étaient aussi nettement séparés des Céphalopodes dibranchiaux qu'ils le sont actuellement. Les seules modifications que nous puissions constater sont d'ordre générique; en effet, les Ammonites, qui ont, pendant leur jeune âge, des cloisons semblables à celles des *Deroceras* et des Goniatites, paraissent dériver d'un de ces deux types. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Les trombes et les tourbillons.* Note de M. **E. Mouchez.**

« Un des phénomènes les plus curieux et les moins connus de la Météorologie a été depuis quelque temps l'objet de diverses Communications à l'Académie, au sujet des belles recherches de M. Faye sur la constitution physique du Soleil; mais aucune de ces Notes ne donne une description précise du phénomène sous le nom duquel on confond quelquefois des météores fort différents.

» Le peu d'accord qui existe sur l'interprétation des faits et sur les faits eux-mêmes provient sans doute de ce qu'on a essayé d'établir des hypothèses d'après des observations incomplètes ou erronées. Il est assez rare de rencontrer des trombes, et, quand il s'en forme en quelque point de l'horizon, elles sont souvent trop loin pour qu'on puisse examiner ce qui s'y passe; j'ai eu l'occasion d'en voir cinq à six fois en trente-cinq ans de navigation, et, dans deux circonstances, je les ai vues de si près, qu'il m'a été possible d'en étudier et d'en dessiner les moindres détails, que j'ai consignés dans mon journal de bord. (Voyage de circumnavigation de la *Favorite*, 1840-1844.)

» Bien que ces Notes aient déjà trente ans de date, j'espère qu'elles retrouveront aujourd'hui un certain intérêt d'actualité.

» On paraît habituellement confondre sous le nom de *trombe* deux météores fort différents dans leur cause et leurs effets :

» Le premier, auquel convient mieux le nom de *tourbillon* ou *cyclone*, est un mouvement gyratoire formé dans un fluide en mouvement, quand deux couches voisines, accidentellement déviées, viennent se rencontrer sous des angles ou avec des vitesses différentes. Les molécules situées sur la ligne de rencontre se trouvent soumises à un couple, qui donne naissance au mouvement de gyration : c'est ce que nous voyons journellement sur les routes, quand un arbre ou une maison coupe un courant d'air, et dans les rivières, quand les filets d'eau sont divisés par une pile de pont, en aval duquel ils se réunissent de nouveau en formant le tourbillon. Ce tourbillon, une fois produit, persiste plus ou moins longtemps suivant les circonstances accessoires, et prend un deuxième mouvement de transport, dans la direction de la composante des deux courants qui lui ont donné naissance. On sait aujourd'hui que les cyclones qui dévastent les mers tropicales ne paraissent pas avoir d'autre cause.

» La condition essentielle d'un tourbillon dans l'atmosphère est donc

l'existence d'un vent plus ou moins fort. La présence ou l'absence de nuages est absolument indifférente dans la formation.

» La *trombe*, au contraire, prend toujours naissance au bas d'un nuage particulier, d'un nimbus fort dense, dont elle n'est qu'un appendice, et elle ne paraît pouvoir se former qu'en calme plat ou avec une très-faible brise, car un vent, même modéré, la dissipe immédiatement.

» Toutes les trombes que j'ai eu l'occasion d'observer se sont formées dans les conditions suivantes, toujours identiquement les mêmes : calme plat, ciel généralement dégagé en quelque point de l'horizon, et couvert dans d'autres de nuages noirs très-denses, terminés dans la partie inférieure par une ligne droite horizontale, et dans la partie supérieure par des masses floconneuses beaucoup plus claires; la ligne inférieure se dessine souvent sur un ciel bleu ou voilé de légers cirrhus.

» Quand ces circonstances se rencontrent avec d'autres conditions encore inconnues, on voit se former, près de la partie inférieure du nuage, une protubérance qui s'allonge lentement vers la mer et prend bientôt la forme d'une colonne ou tube, qui reste verticale si le calme est absolu, et s'ondule légèrement s'il existe quelque souffle de brise. Quand ce tube, dont la partie supérieure est toujours enveloppée d'un second tube ou manchon, plus diffus, a atteint les $\frac{4}{5}$ environ de la hauteur du nuage, on voit la surface de l'eau commencer à bouillonner sous la trombe; puis on aperçoit très-distinctement, quand on est à une petite distance, un jet de vapeur s'élever de la mer, en gerbe verticale, autour du pied de la trombe, si celle-ci est verticale, et en faisceau oblique, faisant l'angle de réflexion égale à l'angle d'incidence, si la trombe est inclinée. Pendant que cette émission de vapeur ou d'eau a lieu, le tube s'éclaircit de plus en plus, et finit par ne plus apparaître que sous la forme de deux traits noirs très-déliés. Quand le jet de vapeur a cessé, la trombe paraît avoir terminé son œuvre, car elle commence à se dissoudre par sa partie inférieure et à remonter lentement vers le nuage, dans lequel elle va bientôt se perdre.

» Telle est la forme la plus simple, la plus générale des trombes, et celle qui paraît en être le type fondamental; mais ce météore se complique souvent de quelques faits particuliers, d'apparence très-singulière, beaucoup plus difficiles à expliquer. J'en citerai quelques exemples

» Quelquefois, au lieu d'un seul tube, on en voit deux ou trois, l'un dans l'autre, tous parfaitement concentriques réguliers et toujours limités par des lignes fort nettes. Il arrive fréquemment, dans ce cas, que l'axe lui-même est dessiné par une ligne centrale, se prolongeant en dehors du tube

jusqu'à la mer. Les tubes extérieurs sont plus courts que les tubes intérieurs.

» D'autres fois, il survient une seconde phase, contraire à la première, et qui a pu donner lieu à l'opinion que le mouvement dans les trombes a lieu de bas en haut. Dans une trombe aperçue dans le détroit de Gilolo, à une très-petite distance du navire, j'ai vu, après la cessation du jet de vapeur, le tube, au lieu de se dissoudre, conserver sa forme intacte et se transformer en cheminée d'appel, car on distinguait nettement, dans l'intérieur, des petits flocons de vapeur, remontant lentement vers le nuage en oscillant d'un côté à l'autre : c'est la seule fois que j'aie vu ce fait se produire.

» Dans une autre circonstance, la trombe se présentait comme un tube fermé par le bas, ou plutôt comme un sac très-allongé ; la pointe inférieure était arrondie et plus noire que le reste du tube, et cependant on vit la mer bouillonner au-dessous d'elle comme au-dessous des tubes ouverts. Cette singulière apparence, qui paraît en contradiction complète avec celles que nous avons décrites précédemment, m'a semblé présenter le seul cas où l'intervention de l'électricité serait utile pour expliquer les faits.

» Enfin il y a des trombes qui présentent un autre aspect : leurs deux extrémités sont évasées en forme d'entonnoir ; la bouche inférieure paraît s'élargir, comme sous une forte pression, et le jet a lieu en divergeant comme celui qui sort d'une pomme d'arrosoir.

» Un même nuage peut donner naissance à plusieurs trombes, parmi lesquelles il en est qui se dissipent avant d'avoir atteint leur complet développement ; elles n'apparaissent alors que comme de simples traits noirs, plus ou moins allongés, descendant au-dessous du nuage. Une trombe entièrement formée paraît devenir adhérente au point de la mer qu'elle a atteint, car son pied reste immobile quand le nuage prend un léger mouvement de transport ; on la voit alors s'incliner de plus en plus, s'allonger, puis enfin se déchirer avant d'avoir accompli ses phases ; ses ondulations indiquent d'ailleurs les diverses directions de la brise à différentes hauteurs. Je n'ai jamais vu ni éclairs ni tonnerre accompagner les trombes.

» La pluie précède très-rarement le phénomène, mais lui succède presque toujours ; elle ne coexiste jamais avec lui. J'ai pu mesurer avec une suffisante exactitude plusieurs trombes, que nous avons vues à moins de 1 ou 2 milles, dans le golfe Persique et les îles de la Sonde : le diamètre inférieur du tube a varié entre 5 et 20 mètres ; le diamètre supérieur est deux ou trois fois plus grand ; la hauteur du nuage a été comprise entre 200 et 500 mètres. La durée totale d'une trombe est de dix à vingt mi-

nutes. Le clapotis de la mer forme un cercle quatre à cinq fois plus grand que le diamètre du tube; la hauteur des vagues n'atteint pas 1 mètre, et le seul inconvénient qu'une embarcation y aurait rencontré eût été probablement une forte douche d'eau ou de vapeur; cependant, malgré mes demandes réitérées, le commandant de la *Favorite* ne voulut pas m'autoriser à y aller faire quelques observations avec un baromètre et un thermomètre. Je n'ai malheureusement pas eu l'occasion de revoir ce météore depuis une vingtaine d'années, que, naviguant comme commandant, il m'aurait été possible de faire ces observations avec tout le soin et l'intérêt qu'elles mériteraient.

» Aucune des trombes que j'ai vues ne m'a paru pouvoir causer le moindre danger à un navire. Les différentes phases se succèdent avec calme, lenteur et régularité; elles n'ont jamais été accompagnées de mouvements violents de l'atmosphère, ni de tourbillons, ni d'orages. Ce météore, d'apparence si vaporeuse et délicate, n'a donc aucun rapport avec celui que l'on a décrit dans certaines relations, où on le voit venant au milieu d'une tempête, avec une rapidité effrayante, en tourbillonnant, soulevant une grosse mer et menaçant de faire sombrer les navires. Peut-être faut-il faire dans ces récits une large part à l'exagération et à la crainte inspirée par un phénomène assez rare, et en réalité très-frappant la première fois qu'on le voit; mais, si ces récits sont véridiques, ils se rapportent évidemment à des faits tout autres que ceux que je viens de décrire, et ils doivent avoir une cause toute différente. J'ajouterai cependant que je n'ai pas encore rencontré de témoin oculaire de ces trombes de tempête, tandis que j'en ai vu quelques-uns qui ont aperçu des trombes de calme, dans des conditions identiquement semblables à celles que je viens de décrire.

» Tout en laissant à des personnes plus compétentes le soin de chercher les causes de ce curieux météore, je dirai que l'impression produite sur les témoins était exprimée par l'idée qu'une masse d'air isolée, subitement refroidie, tombait par son propre poids à travers des nuages doués d'une force de cohésion particulière. Cette explication n'a d'autre valeur que de constater d'une manière certaine, dans les trombes, le mouvement *descendant* nié par certains observateurs. Dans les tourbillons de vent, au contraire, on voit presque toujours se produire un mouvement *ascendant* selon l'axe du tourbillon, mouvement qui a d'ailleurs pour résultat d'en prolonger la durée. C'est encore là une différence essentielle entre les deux phénomènes, que l'on confond souvent sous le même nom, et dont je viens d'essayer d'établir la diversité d'origine et d'apparence. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur les effets du chanvre indien* (haschich). Note de M. A. NAQUET. (Extrait.)

« Une des premières difficultés que l'on rencontre, lorsqu'on veut étudier les effets du chanvre indien, est d'obtenir une préparation d'une composition uniforme. Le chanvre indien doit ses propriétés à des composés mal définis, qu'on ne peut pas doser, qu'on ne connaît même pas, et l'on ne sait jamais exactement ce que l'on administre. Ce qui m'a paru le plus simple, c'est de prendre la teinture, qui est au moins uniforme dans sa composition quand elle provient d'une même préparation, et qui se dose avec facilité.

En opérant avec de la teinture de chanvre indien, que je dois à l'obligeance de M. le directeur de la Pharmacie centrale, j'ai pu remarquer d'abord que le haschich est très-variable dans ses effets. C'est ainsi que non-seulement la même dose agit ou n'agit pas suivant les individus, mais encore qu'elle agit ou n'agit pas sur le même individu, suivant le jour où on l'administre. Il sera très-intéressant d'étudier en premier lieu, ainsi que je me propose de le faire, quelles sont les conditions, soit morales, soit physiques, qui favorisent ou entravent l'action du poison.

» La seconde question qu'il me paraît curieux de résoudre consiste à savoir si, parmi les hallucinations que le haschich fait naître, il n'y en a pas qui soient tout à fait propres à la substance toxique et qui se reproduisent dans tous les cas. Mes expériences ne sont point encore assez avancées pour que je puisse, dès aujourd'hui, me considérer comme ayant résolu le problème. Les faits observés par moi sont cependant déjà assez probants pour laisser supposer que, suivant toute apparence, les symptômes de l'empoisonnement cannabien se divisent en symptômes constants, propres au poison, et en symptômes accidentels, qui varient avec l'individu soumis à l'expérience.

» Des symptômes variables, je n'ai rien à dire, sinon que l'action du haschich se borne à l'exagération des idées courantes, lesquelles en outre se succèdent avec une extrême rapidité, à ce point que le sujet passe, presque sans transition, de la tristesse la plus lugubre à la gaieté la plus absolue. Souvent, cependant, on peut suivre l'association des idées qui amène ces modifications brusques de la pensée, et, dans un grand nombre de cas, on peut constater que la pensée se modifie sous l'influence des airs de musique que l'on chante soi-même ou que l'on entend chanter autour de soi.

Ce qui a plus d'intérêt, ce sont les symptômes propres au poison lui-même, et qui se reproduisent chez tous les sujets. Je citerai parmi les symptômes que j'ai observés, dans le petit nombre d'expériences que j'ai pu faire, les hallucinations qui portent le sujet à s'imaginer qu'il monte à cheval, qu'il chasse, qu'il voit de l'eau bleue, qu'il nage ou qu'il monte en barque, qu'il voyage, qu'il s'envole, qu'il ne pèse plus. A ces effets, je crois devoir joindre, avec plus de réserve, quoique ce symptôme n'ait jamais fait défaut dans mes observations, une tendance aux jeux de mots et aux dissertations grammaticales... »

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures et demie. **D.**

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 15 décembre 1873, les ouvrages dont les titres suivent :

Mémoires sur plusieurs espèces de Mammifères fossiles propres à l'Amérique méridionale; par M. Paul GERVAIS. Paris, F. Savy, 1873; in-4°.

Mémoire sur les propriétés optiques de la flamme des corps en combustion et sur la température du Soleil; par G.-A. HIRN. Paris, Gauthier-Villars, 1873; br. in-8°. (Extrait des *Annales de Chimie et de Physique.*)

Recherches sur la faune ornithologique éteinte des îles Mascareignes et de Madagascar; par M. Alph.-Milne EDWARDS. Paris, G. Masson, 1866 à 1873; 1 vol. in-4°, relié, avec planches.

Notice sur les travaux de M. E. BAUDELOT. Nancy, Berger-Levrault, 1873; br. in-8°.

Fernand PAPILLON. *La Nature et la Vie. Faits et doctrines.* Paris, Didier et Cie, 1874; 1 vol in-8°.

Les fonds de la mer. Étude internationale sur les particularités nouvelles des régions sous-marines, dirigée par MM. FISCHER, FOLIN, PÉRIER; liv. 5, 6, 7, 11, 12, 13, t. II. Paris, Savy, 1873; 4 liv. in-8°.

Catalogue raisonné des plantes vasculaires du département de la Somme; par M. Éloy DE VICQ *et* BLONDIN DE BRUTELETTE. Abbeville, imp. P. Briez, 1865, avec Supplément, 1873; in-8°. (Adressé au Concours La Fons Mélicocq, 1874.)

Les grandes usines. Études industrielles en France et à l'étranger; par TURGAN, X. Paris, Michel Lévy, 1874; grand in-8°, avec figures.

Recueil des travaux de la Société médicale du département d'Indre-et-Loire; année 1873, 1er semestre. Tours, imp. Ladevèze, 1873; in-8°.

Le Phylloxera et les vignes américaines. I. Rapport à M. le Ministre de l'Agriculture sur une mission aux États-Unis; par M. J.-E. PLANCHON. Montpellier, imp. Grollier. 1873; br. in-8°. (Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

Recherches géologiques et chimiques sur les eaux sulfureuses du Nord; par M. ROGER-LALOY. Lille, imp. Danel, 1873; br. in-8°.

Mémoires de l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse; t. V. Toulouse, Douladoure, 1873; 1 vol. in-8°.

Association française pour l'avancement des Sciences. Sur l'assainissement de la ville de Lisbonne; par M. Ch.-J. DA SILVA. Bordeaux, G. Gounouilhou, sans date; opuscule in-8°. (Adressé au Concours des Arts insalubres, 1874.)

La Saison d'hiver en Algérie; par le Dr A. MAURIN. Paris, G. Masson, sans date; 1 vol. in-12. (Adressé par l'auteur au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1874.)

Les Merveilles de l'Industrie ou Description des principales industries modernes; par L. FIGUIER. Paris, Furne et Jouvet, 1873; 1 vol. grand in-8°, avec figures, relié.

Descriptiones plantarum novarum in regionibus turkestanicis a cl. viris Fedjenko, Korolkow, Kuschakewicz et Krause collectis, etc.; fasciculus I, auctore E. REGEL. Petropoli, 1873; br. in-8°.

The Journal of the royal geographical Society; vol. the forty-second, 1872. London, John Murray; 1 vol. in-8°, relié.

Proceedings of the royal geographical Society; vol. XVII, nos 3, 4, 5. London, 1873; 3 br. in-8°.

Medico-chirurgical Transactions, published by the royal medical and chirurgical Society of London; second series, vol. the thirty-eighth. London, 1873; 1 vol. in-8°, relié.

The quarterly Journal of the geological Society; vol. XXIX, n° 116. London, 1873; in-8°.

List of the geological Society of London; november, Ist., 1873. London, sans date; br. in-8°.

Journal of the chemical Society; august, september, october 1873; vol. XI. London, van Voorst, 1873; in-8°.

The pharmaceutical Journal and transactions; october 1873. London, Churchill, 1873; in-8°.

Anatomy of the king Crab (Limulus polyphemus, *Latr.*); *by* Richard OWEN. London, by Taylor and Francis 1873; in-4°, cartonné.

Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino; vol. VIII, disp. 1, 2, 3, 4, 5, 6, novembre 1872, giugno 1873. Torino, Stamperia reale, 1872-1873; in-8°.

L'Académie a reçu, dans la séance du 22 décembre 1873, les ouvrages dont les titres suivent :

Tableaux de population, de culture, de commerce et de navigation, formant, pour l'année 1869, *la suite des tableaux insérés dans les Notices statistiques sur les colonies françaises.* Paris, Imprimerie nationale, 1872; in-8°.

Études sur les filons du Cornwall. Parties riches des filons. Structure de ces parties et leur relation avec les directions des systèmes stratigraphiques; par L. MOISSENET. Paris, Dunod, 1874; 1 vol. in-8°, avec atlas in-4°.

Proposition de loi sur l'organisation de l'enseignement supérieur de l'État, présentée par M. P. BERT. Versailles, imp. Cerf; opuscule in-4°.

Commission départementale de l'Hérault de la maladie de la vigne caractérisée par le Phylloxera. Résultats des divers procédés de guérison proposés à la Commission pour combattre la nouvelle maladie de la vigne, qui ont été appliqués dans le domaine de las Sorres, près Montpellier, du 6 *juillet* 1872 *au* 29 *août* 1873. Montpellier, C. Coulet; Paris, A. Delahaye, 1873; in-8°.

Revue d'Artillerie; 2e année, t. III, 3e liv. Paris et Nancy, Berger-Levrault, 1873; 1 liv. in-8°. (Présenté par M. le général Morin.)

Conseil général de la Loire-Inférieure. Rapport de M. le Directeur du Laboratoire de Chimie agricole à M. le Préfet. Nantes, imp. Mellinet, sans date; br. in-8°.

L'attraction; par M. H. CHAMPION. Lons-le-Saunier, imp. Gallard et Cie, 1873; br. in-8°. (5 exemplaires.)

Substitution du pesage métrique des alcools à leur mesurage, etc.; par T. SOURBÉ. Bordeaux, imp. Gounouilhou, 1873; br. in-8°.

Essai sur la distribution géographique des populations primitives dans le département de l'Oise; par M. R. GUÉRIN. Paris, Gauthier-Villars, 1873; opuscule in-4°.

Animal locomotion or walking, swimming and flying with a dissertation on aeronautics; by J. BELL-PETTIGREW. London, Henry S. King and C°, 1873; 1 vol. in-12, relié.

On the Physiology of wings; by J. BELL-PETTIGREW. Edinburg, 1871; in-4°. (From the *Transactions of the royal Society of Edinburgh*, vol. XXVI.)

On the mechanical appliances by which flight in attained in the animal kingdow; by J. BELL-PETTIGREW. London, printed by Taylor and Francis. (From the *Transactions of the linnean Society*, vol. XXXI.)

(Ces trois ouvrages sont renvoyés à la Commission des Aérostats.)

Annual Report of the board of Regents of the smithsonian Institution for the year 1871. Washington, government printing Office, 1873; in-8°, relié.

Sixth annual Report of the United-States geological survey of the territories; by F.-.V HAYDEN. Waskington, government printing Office, 1873; in-8°, relié.

Smithsoniam miscellaneous collections; vol. X. Washington, 1873; in-8°.

Annual Report of the chief signal-officer to the Secretary War for the year 1872. Washington, government printing Office, 1873.

Smithsonian contributions to knowledge. An investigation of the orbit of Uranus, with general Tables of its motion; by Simon NEWCOMB. Washington city, 1873; in-4°, cartonné.

The american Ephemeris and Nautical Almanac for the year 1876. Bureau of Navigation, 1873; in-8°.

On the origin of savage life; opening address, read before the literary and philosophical Society of Liverpool, october 6th, 1873; *by* Albert-J. MOTT, Président. Sans lieu ni date; br. in-8°.

Memoirs of the american Academy of Arts and Sciences; new series, vol. IX, part II. Cambridge, 1873; in-4°.

Proceedings of the american Association for the advancement of Sciences, twenty-first meeting held at Dubuque, Jowa, august 1872. Cambridge, 1873; in-8°.

The fifth annual Report of the public library of Cincinnati, june 1872. Cincinnati, Robert Clarke and C°, 1872; in-8°.

Catalogue of the public library of Cincinnati. Cincinnati, 1871; in-8°, relié.

Transactions of the Wisconsin Academy of Sciences, Arts and Letters, 1870-1872. Madison, Wis, 1872; in-8°.

Transactions of the Édinburgh geological Society; vol. II, part II. Edinburgh, 1873; in-8°.

Proceedings of the literary and philosophical Society of Liverpool during the sixty-second session, 1872-1873, n° XXVII. London, Liverpool, 1873; in-8°, relié.

The american Journal of Sciences and Arts; september 1853, november 1860, september 1862, july 1863, march 1864, november 1865; january, july, september 1866; january, march, september 1867; january, may, july 1868; january, july, september, november 1869; january, march, may, july, september, november 1870; january to december 1871. New-Haven, 1853-1871; in-8°.

Atti dell' Accademia pontificia de' Nuovi Lincei, compilati dal Segretario; anno XXVI, sessione VI^a^ del 25 maggio 1873. Roma, 1873; in-4°.

Ricerche sperimentali sulla solfatara di Pozzuoli; per S. DE LUCA. Napoli, 1872; in-4°.

Reptilien von Marocco und von den canarischen Inseln; von Dr P.-O. BÖTTGER. Frankfurt, Ch. Winter, 1874; in-4°.

L'Académie a reçu, dans la séance du 29 décembre 1873, les ouvrages dont les titres suivent :

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1844, publiée par les ordres de

M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce; t. LXXXI. Paris, Imp. nationale, 1873; in-4°.

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous l'empire de la loi du 5 juillet 1844, publiée par les ordres de M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce. Table générale des tomes LXI à LXXIX. Paris, Impr. nationale, 1873; in-4°.

Species novæ maroccanæ, auctore E. COSSON. Series prima : *Ceratocnemum*, Coss. et Bal., *Gen. nov.* Paris, imp. Martinet, 1873; in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société botanique de France.*)

L'unité des forces physiques. Essai de Philosophie naturelle; par le P. A. SECCHI; 2e édition, fascicule 4. Paris, F. Savy, 1874; in-8°.

Traité de Botanique conforme à l'état présent de la science; par J. SACHS, traduit sur la 3e édition allemande et annoté par Ph. VAN TIEGHEM; feuilles 41 à 50. Paris, F. Savy, 1873; in-8°.

Nouvelle étude du système du monde; par LUC D'APREMONT. Paris, J. Leclère, 1873; in-8°.

Annales de la Société des Sciences industrielles de Lyon; n° 4, 1873. Lyon, Storck, 1873; in-8°.

Mémoires de la Société nationale d'Agriculture, Sciences et Arts d'Angers; t. XVI, 1873, nos 1, 2. Angers, imp. Lachèse, 1873; in-8°.

Société agricole, scientifique et littéraire des Pyrénées-Orientales; t. XVII. Perpignan, Ch. Latrobe, 1868; in-8°.

La pluie et le beau temps. Météorologie usuelle; par P. LAURENCIN. Paris, J. Rothschild, 1874; in-18, relié.

Étude de la conformation du cheval; par A. RICHARD (du Cantal); 4e édition. Paris, Hachette; 1 vol. in-18.

Recherches cliniques sur l'intoxication saturnine locale et directe par absorption cutanée; par le Dr A. MANOUVRIEZ. Paris, A. Delahaye, 1874; in-8°. (Présenté par M. Puiseux.)

Recherches sur le développement de la fonction Γ *et sur certaines intégrales définies qui en dépendent; par* Ph. GILBERT. Bruxelles, F. Hayez, 1873; in-4°. (Présenté par M. Puiseux.)

Philosophie de la nature; par H. LEVITTOUX; 3e édition originale française. Paris, F. Savy, 1874; in-8°.

Bulletin de la Société impériale des Naturalistes de Moscou, publié sous

la rédaction du Dr RENARD; année 1873, n° 2. Moscou, A. Lang, 1873; in-8°.

Thomæ Vallavrii de cavsis neglectæ latinitatis acroasis Avgvstæ Tavrinorum, 1873; in-12.

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PAR L'ACADÉMIE PENDANT LE MOIS DE DÉCEMBRE 1873.

Annales de Chimie et de Physique; décembre 1873; in-8°.

Annales des Conducteurs des Ponts et Chaussées; novembre 1873; in-8°.

Annales du Génie civil; novembre et décembre 1873; in-8°.

Annales industrielles; nos 48 à 52, 1873; in-4°.

Annuaire de la Société Météorologique de France; Tables météorologiques, feuilles 1 à 6, 1873; in-8°.

Association française contre l'abus du tabac; n° 4, 1873; in-8°.

Association Scientifique de France; Bulletin hebdomadaire, nos des 7, 14, 21 et 28 décembre 1873; in-8°.

Bibliothèque universelle et Revue suisse; n° 192, 1873; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine de Belgique; nos 8, 9, 10, 1873; in 8°.

Bulletin de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique; nos 9, 10, 1873; in-8°.

Bulletin de la Société Botanique de France; Comptes rendus, n° 2, 1873; in-8°.

Bulletin des séances de la Société entomologique de France; nos 16, 17, 1873; in-8°.

Bulletin des séances de la Société centrale d'Agriculture de France; n° 10, 1873; in-8°.

Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale; décembre 1873; in-4°.

Bulletin de la Société de l'Industrie minérale; t. II, 3e liv., 1873; in-8° avec atlas in-fol.

Bulletin de la Société de Géographie; novembre, 1873; in-8°.

Bulletin de la Société française de Photographie; nos 11 et 12, 1873; in-8°.

Bulletin de la Société Géologique de France; n° 5, 1873; in-8°.

Bulletin général de Thérapeutique; nos des 30 novembre et 15 décembre, 1873; in-8°.

Bulletin mensuel de la Société des Agriculteurs de France; n° 11, 1873; in-8°.

Bullettino meteorologico dell' Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto, nos 6 et 7, 1873; in-4°.

Chronique de l'Industrie; nos 96 à 99, 1873; in-4°.

Catalogue des Brevets d'invention; n° 12, 1872; nos 1 à 5, 1873; in-8°.

Gazette de Joulin; n° 5, 1873; in-8°.

Gazette des Hôpitaux; nos 138 à 145, 147 à 150, 1873; in-4°.

Gazette médicale de Paris; nos 48 à 52, 1873; in-4°.

Gazette médicale de Bordeaux; n° 24, 1873; in-8°.

Iron; nos 46 à 50, 1873; in-4°.

Journal télégraphique, nos 23, 24, 1872; in-8°.

Journal de la Société centrale d'Horticulture; octobre 1873; in-8°.

Journal de Médecine vétérinaire militaire; décembre 1873; in-8°.

Journal d'Agriculture pratique; nos 49 à 52, 1873; in-8°.

Journal de l'Agriculture; nos 242 à 245, 247, 1873; in-8°.

Journal de l'Éclairage au Gaz; nos 23 et 24, 1873; in-4°.

Journal de Mathématiques pures et appliquées; décembre 1873; in-4°.

Journal de Pharmacie et de Chimie; décembre 1873; in-8°.

Journal des Connaissances médicales et pharmaceutiques; 30 novembre et 15 décembre 1873; in-8°.

Journal des Fabricants de Sucre; nos 34 à 37, 1873; in-folio.

Journal de Physique théorique et appliquée; novembre et décembre 1873; in-8°.

Kaiserliche... *Académie impériale des Sciences de Vienne;* n° 25, 1873; in-8°.

La Nature; nos 27 à 30, 1873; gr. in-8°.

La Revue médicale française et étrangère; n° du 22 novembre 1873; in-8°.

La Revue scientifique; nos 22 à 26, 1873; in-4°.

La Tribune médicale; nos 276 à 280, 1873; in-4°.

L'Abeille médicale; nos 48 à 52, 1873; in-4°.

L'Aéronaute; décembre 1873; in-8°.

L'Art dentaire; décembre 1873; in-8°.

L'Art médical; décembre 1873; in-8°.

L'Écho médical; décembre 1873; in-8°.

Le Gaz; n° 6, 1873; in-4°.

Le Messager agricole; n° 11, 1873; in-8°.

Le Moniteur de la Photographie; nos 23, 24, 1873; in-4°.

Le Moniteur scientifique Quesneville; décembre 1873; gr. in-8°.

Le Mouvement médical; nos 48 à 52, 1873; in-4°.

Les Mondes; nos 14 à 16, 1873; in-8°.

Le Progrès médical; nos 26 à 29, 1873; in-4°.

Le Rucher du sud-ouest; nos 9, 10, 1873; in-8°.

Magasin pittoresque; décembre 1873; in-4°.

Marseille médical; n° 11, 1873; in-8°.

Matériaux pour l'histoire positive et philosophique de l'homme; livr. 5 et 6, 1873; in-8°.

Montpellier médical. Journal mensuel de Médecine; décembre 1873; in-8°.

Monthly... *Notices mensuelles de la Société royale d'Astronomie de Londres*, novembre 1873; in-8°.

Memorie della Società degli Spettroscopisti italiani; août 1873; in-4°.

Nouvelles Annales de Mathématiques; décembre 1873; in-8°.

Recueil de Médecine vétérinaire; n° 11, 1873; in-8°.

Répertoire de Pharmacie; n° 23, 1873; in-8°.

Revue bibliographique universelle; décembre 1873; in-8°.

Revue des Eaux et Forêts; décembre 1873; in-8°.

Revue de Thérapeutique médico-chirurgicale; nos 23, 24, 1873; in-8°.

Revue hebdomadaire de Chimie scientifique et industrielle; nos 43 à 45, 1873; in-8°.

Revue agricole et horticole du Gers; nos 22 à 26, 1873; in-8°.

Revue maritime et coloniale; décembre 1873; in-8°.
Revue médicale de Toulouse; décembre 1873; in-8°.
Revista de Portugal e Brazil; dezembro 1873; in-4°.
Société d'Encouragement. Comptes rendus des séances; n° 15, 1873; in-8°.
Société des Ingénieurs civils; n° 20, 1873; in-4°.
Société entomologique de Belgique; n° 93, 1873; in-8°.
The Food Journal; n° 47, 1873; in-8°.

FIN DU TOME SOIXANTE-DIX-SEPTIÈME.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

TABLES ALPHABÉTIQUES.

JUILLET — DÉCEMBRE 1873.

TABLE DES MATIÈRES DU TOME LXXVII.

A

B

C

D

F

G

H

I

L

M

N

O

P

R

S

T

U

V

Z

TABLE DES AUTEURS.

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

U

V

W

Y

Z

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.
Paris. — Quai des Augustins, 55.